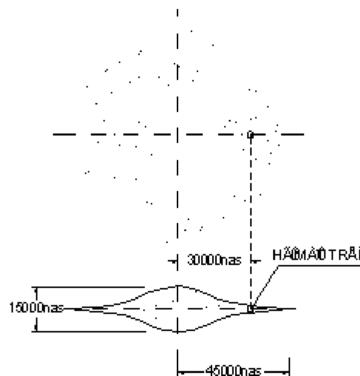
Vũ trụ và hệ mặt trời
Tìm hiểu về vũ trụ và hệ mặt trời

# VŨ TRỤ VÀ HỆ MẶT TRỜI

## Cấu tạo, chuyển động và sự dãn nở của vũ trụ

### Cấu tạo của vũ trụ




Hình 1.1 . Ngân hà và hệ mặt trời

Vũ trụ mà ta biết bao gồm vô số các vì sao. Mỗi vì sao là một thiên thể phát sáng, như mặt trời của chúng ta.

Quay quanh mỗi vì sao có các hành tinh, các thiên thạch, sao chổi, theo những quỹ đạo ellip lấy sao làm tiêu điểm, nhờ tương tác của lực hấp dẫn. Quay quanh mỗi hành tinh có các vệ tinh, các vành đai hoặc đám bụi. Mỗi vì sao tạo ra quanh nó một hệ mặt trời, như hệ mặt trời của chúng ta.

Hàng tỷ hệ mặt trời tụ lại thành một đám, do lực hấp dẫn, tạo ra một thiên hà. Thiên hà của chúng ta được gọi là Ngân hà hay Milky Way, là một trong số hàng tỷ thiên hà trong vũ trụ quan sát được, thiên hà của chúng ta gồm 1011 ngôi sao, có hình đĩa dẹt xoắn ốc, bán kính khoảng = 45.000nas

(nas = năm ánh sáng = 365,25x24x60x60x300.000 =9,5.1012km).

Mỗi hệ mặt trời quay quanh tâm thiên hà với tốc độ hàng trăm km/s. Hệ mặt trời của chúng ta nằm trên rìa ngoài của Ngân hà, cách tâm khoảng 30.000nas, và quay quanh tâm Ngân hà với vận tốc:

vMT= 230km/s.

Vũ trụ mà ta quan sát được hiện nay chứa khoảng 10 tỷ thiên hà, có bán kính 3.1025m, chứa khoảng 1020 ngôi sao với tổng khối lượng khoảng 1050kg.

### Sự vận động và dãn nở của vũ trụ

Để tồn tại dưới tác dụng của lực hấp dẫn, các thiên thể trong vũ trụ phải chuyển động không ngừng. Các hành tinh tự xoay quanh mình và quay quanh mặt trời với tốc độ vài chục km/s, các mặt trời quay quanh tâm thiên hà với tốc độ hàng trăm km/s, các thiên hà quay quanh tâm đại thiên hà với tốc độ hàng nghìn km/s.

Năm 1923, khi sử dụng kính thiên văn vô tuyến ghi phổ bức xạ phát ra từ các thiên hà, Edwin Hubble nhận thấy các vạch quang phổ luôn dịch chuyển về phía bước sóng dài, phía màu đỏ. Hiện tượng dịch về phía đỏ của bức xạ được giải thích bằng hiệu ứng Doppler, là do các thiên thể phát bức xạ đang chuyển động ra xa nơi thu bức xạ, chuyển động rời xa nhau của các thiên hà được phát hiện thấy theo mọi phương, với vận tốc tăng dần theo khoảng cách giữa chúng. Như vậy, các thiên thể trong vũ trụ đang rời xa nhau, và vũ trụ đang dãn nở như quả bóng đang được thổi căng ra.

### Định luật Hubble

Dựa vào thực nghiệm, Edwin Hubble mô tả sự dãn nở của vũ trụ bằng định luật sau: Mọi thiên thể trong vũ trụ đang chuyển động ra xa nhau với vận tốc $\vec{\omega}$ tỷ lệ thuận với khoảng cách r giữa chúng: $\vec{\omega}$= -H. $\vec{r}$, với H 25km/s.106nas là hằng số Hubble.

Thực tế hằng số Hubble chưa thể xác định chính xác, chỉ biết nó nằm trong khoảng (15 30)km/s.106nas.

## Sự hình thành vũ trụ và hệ mặt trời

### Thuyết Big Bang

Thực nghiệm cho biết vũ trụ đang dãn nở, các thiên thể đang rời xa nhau. Vậy nếu đi ngược lại thời gian, các thiên thể sẽ tiến lại gần nhau, thể tích vũ trụ sẽ co dần lại. Tại một thời điểm nào đó, toàn bộ vũ trụ sẽ co lại thành một chất điểm, có khối lượng, năng lượng và nhiệt độ vô cùng lớn.

Dựa trên lý luận này, George Lemaitre người Bỉ và sau đó George Gamow cùng Alexandre Priedmann người Nga, bằng các phép tính có cơ sở vật lý đúng đắn, đã nêu ra học thuyết về sự hình thành của vũ trụ, gọi là thuyết Big Bang. Thuyết này cho rằng vũ trụ được sinh ra cách đây khoảng 15 tỷ năm từ một quả trứng cực nhỏ, có khối lượng (M), năng lượng (E) và nhiệt độ (T) cực lớn bởi một vụ nổ lớn gọi là Big Bang. Vụ nổ này tạo ra không gian - thời gian và toàn bộ Vũ trụ, theo quá trình dãn nở như sau:

Bảng 1.1. Tóm tắt lịch sử của Vũ trụ

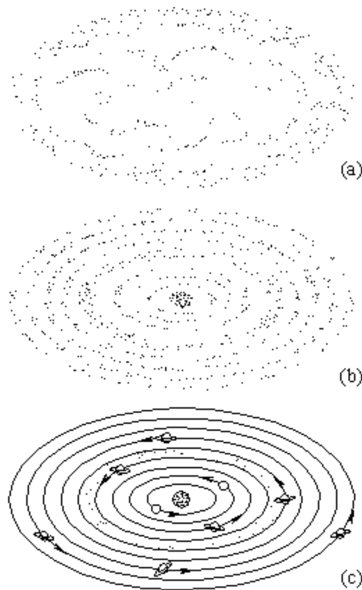
| Thời gian | Nhiệt độT (K) | Thành phần của Vũ trụ | Đặc điểm của Vũ trụ |
|---|---|---|---|
| 10-43s | T 1032K | Một chất điểm có M, E, T cực lớn | 1 siêu lực, r = 10-35m |
| 10-35s | 1027K | Chân không lượng tử, trường năng lượng đồng nhất | 2 lực: Điện hạt nhân (HN), hấp dẫn (HD) |
| 10-32s | 1025K | Dãn nở tạo không gian, ngưng kết | 3 lực: HN, điện từ (ĐT) và HD |
| 10-12s | 1015K | Nhiệt độ giảm, tạo hạt quarks | 3 lực: HN, ĐT và HD |
| 10-6s | 1013K | Tạo photon, điện tử, lepton | 4 lực: HN, ĐT, Từ trường yế và HD |
| 3phút | 106K | Tạo proton, neutron | P = uud, n = udd |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.105năm | 104K | Tạo nhân H, He | He = 2p2n, hạt nhân H |
| 109 năm | 102K | Tạo khí H2, He, tinh vân và các thiên hà | Có khí H2, tinh vân |
| 1010năm | 10 K | Tạo mặt trời, hệ MT, tạo các nguyên tố nặng | Có thiên hà, các sao, hành tinh |
| 12.109n | 7 K | Tạo khí quyển, lục địa, núi | Tạo nguyên tố nặng, sao thứ cấp, núi |
| 14.109 n | 5 K | Tạo nước, đại dương, vi khuẩn, tảo, sinh vật | Có nước, đại dương, sinh vật |
| 15.109n | 3 K | Tạo động vật, khỉ, người | Sinh vật cao, khỉ, người |

**Sự hình thành hệ mặt trời**

Một tỷ năm sau vụ nổ Big Bang, Vũ trụ dãn nở làm nhiệt độ giảm đến 100K. Lúc này các nhân H, He kết hợp với điện tử tạo ra phân tử khí H2, He. Các khí này quây tụ thành từng đám trong thiên hà. Từ mỗi đám bụi này, do tác dụng của lực hấp dẫn, sẽ dần dần hình thành một hệ mặt trời.

Hệ mặt trời của ta thuộc thế hệ thứ 3, được sinh ra từ một đám mây bụi và khí có kích thước hàng ngàn tỷ kilômét.



Hình 1.2. Sự hình thành hệ mặt trời.

Dưới tác dụng của lực hấp dẫn, đám mây bắt đầu co lại, dẹt đi, và tâm của nó trở nên đặc và nóng dần, đến mức có thể khởi phát các phản ứng hạt nhân và trở thành mặt trời. Khí và bụi ít đặc hơn phía ngoài sẽ quay quanh mặt trời, kết thành các vành đai, ngưng tụ thành các hành tinh và tiểu hành tinh. Phần khí loãng quanh hành tinh cũng ngưng kết theo cách tương tự để tạo ra các vệ tinh quay quanh hành tinh.

**Cấu tạo và các thông số của hệ mặt trời**

Hệ mặt trời gồm có mặt trời và 9 hành tinh quay quanh nó, theo các quỹ đạo ellip gần tròn. Vòng trong có 4 hành tinh dạng rắn là sao Thủy, sao Kim, quả Đất, sao Hỏa, vòng ngoài có 5 hành tinh dạng khí là sao Mộc, sao Thổ, sao Thiên Vương, sao Hải Vương, sao Diêm Vương.

Giữa sao Hỏa và sao Mộc có một vành đai gồm các tiểu hành tinh với đường kính từ vài chục mét tới vài trăm kilômét.

Các hành tinh đều có từ 1 đến 22 vệ tinh, trừ sao Thủy và sao Kim. Ngoài ra còn có một số sao chổi, gồm một nhân rắn chứa bụi và nước đá với một đuôi hơi nước kéo dài hàng triệu kilômét quay quanh mặt trời theo quỹ đạo ellip rất dẹt.

Bảng 1.2 .Các thông số của các thiên thể trong hệ mặt trời

| Tên thiên thể | M 1024 kg | d106 m | 103 kg/m3 | r 1011 m |
|---|---|---|---|---|
| Mặt trời-Sun | 2.106 | 1391 | 1,4 | 0 |
| Thủy - MercuryKim - VenusĐất - EarthHỏa - Mars | 0,334,575,980,64 | 4,8812,112,766,79 | 5,75,35,54,0 | 0,581,081,502,27 |
| Mộc - JupiterThổ - SaturnThVương-UranusHVương-NeptuneDVương-Pluto | 1900598871035,5 | 14312151502,3 | 1,30,71,61,72,03 | 7,7714,328,745,05 |
| Trăng-Moon | 0,073 | 3,47 | 3,4 | 3,74.10-3 |

**Tương lai của vũ trụ**

Trên cơ sở của vật lý thiên văn hiện đại, có thể dự báo tương lai của vũ trụ theo một trong ba kịch bản sau và phụ thuộc vào mật độ trung bình của vũ trụ, là một thông số hiện nay chưa xác định chính xác, so với mật độ tới hạn 0= 5.10-27 kg/m3, bằng cỡ ba nguyên tử hidro trong 1 m3.

1. Nếu < 0 thì vật thể dãn nở không giới hạn, bán kính r tăng đến vô cùng, nhiệt độ tiến tới 0oK, gọi là mô hình vật thể mở.

Theo kịch bản này, Mặt trời của chúng ta sẽ tắt hẳn sau hơn 5 tỷ năm nữa, biến thành một xác sao sắt hình cầu. Các thế hệ sao liên tiếp được sinh ra, tiêu hủy hết các hạt nhân nhẹ.

Sau 1012 năm, tất cả mọi ngôi sao đều tắt, vũ trụ sẽ là một không gian bao la, đen tối và lạnh lẽo, chứa các xác sao dạng quả cầu sắt, neutron hoặc lỗ đen và các hành tinh lạnh.

Sau 1018 năm, dưới tác động lâu dài của lực hấp dẫn, mỗi thiên hà sẽ bị phân hủy thành các xác sao tự do và một lỗ đen thiên hà, có đường kính hàng tỷ km và khối lượng cỡ 109.M0 (Mo = 2.103kg là khối lượng mặt trời)

Sau 1027 năm, các lỗ đen trong các đám thiên hà sẽ phân hủy thành các siêu thiên hà. Vũ trụ tiếp tục dãn nở, nhiệt độ hạ thấp đến 10-10 K, đủ lạnh để các lỗ đen bắt đầu bay hơi. Các lỗ đen cỡ mặt trời sẽ bay hơi hết sau 1062 năm, lỗ đen thiên hà biến mất sau 1092 năm, và lỗ đen siêu thiên hà sẽ bay hơi hết thành ánh sáng sau 10100 năm. Lúc này Vũ trụ chỉ còn các quả cầu sắt, neutron và các hành tinh lưu lạc trong không gian bao la, đen tối, nhiệt độ cỡ10-60 K.

Sau 101500 năm, nhiệt độ vũ trụ là 10-1000 K, toàn bộ vật chất ở ngoài các sao neutron sẽ co lại thành các quả cầu sắt. Tiếp theo đó, các sao neutron và quả cầu sắt sẽ co lại thành các lỗ đen. Các lỗ đen cuối cùng sẽ bay hơi hết thành ánh sáng sau 1010exp70 năm. Hình bóng cuối cùng của Vũ trụ là một khoảng không vô hạn chứa các hạt photon và neutrino, có mật độ và nhiệt độ tiến dần tới không.

Theo những thông tin mới nhất, Vũ trụ của ta có thể phát triển theo kịch bản này.

1. nếu = 0 thì Vũ trụ sẽ dãn nở chậm dần, tiến tới một bán kính ổn định sau thời gian lâu vô hạn gọi là mô hình Vũ trụ phẳng. Các quá trình trong Vũ trụ phẳng tương tự như trong Vũ trụ mở, nhưng xảy ra chậm dần và tiến tới ổn định lúc thời gian tiến đến vô cùng.
2. Nếu > 0 thì Vũ trụ sẽ dãn nở chậm dần, đạt bán kính r cực đại, sau đó co lại ngày càng nhanh, tạo ra vụ sụp đổ lớn, gọi là Big Crunch. Kịch bản này gọi là mô hình Vũ trụ kín. Gia tốc và thời gian nở - co sẽ phụ thuộc tỉ số / 0. Theo tính toán, Vũ trụ có / 0=2 sẽ xảy ra các quá trình sau :

Quá trình dãn nở chậm dần, xảy ra trong khoảng 50 tỷ năm. Mặt trời của ta sẽ diễn tiếp kịch bản như trong Vũ trụ mở. Các vì sao tiếp tục sinh ra và chết đi, nhiệt độ Vũ trụ giảm dần.

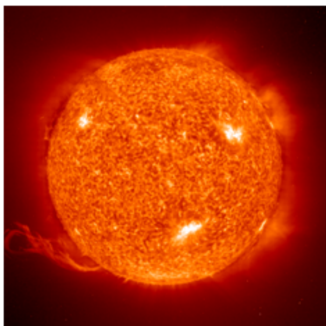
Vào năm thứ 50 tỷ, Vũ trụ có bán kính cực đại, gấp ba lần hiện nay, nhiệt độ bằng 1 K, lúc này lực hấp dẫn cân bằng với lực dãn nở do Big Bang tạo ra, quá trình dãn nở dừng lại. Sau đó quá trình co lại được khởi động, các thiên thể bắt đầu rơi về phía nhau, với gia tốc tăng dần. Năm thứ 99 tỷ, Vũ trụ co lại còn 1/5 kích thước hiện nay, lúc đó các đám thiên hà sẽ hợp lại thành một đám duy nhất. Vũ trụ co tiếp 900 triệu năm sau đó, các thiên hà hợp nhất, tạo ra một không gian bằng 1/100 kích thước Vũ trụ hiện nay, với nhiệt độ nền T 300K, chứa đầy các sao. Sau đó 99 triệu năm, Vũ trụ co lại còn 1/1000 kích thước hiện nay và nhiệt độ nền T=3000K. Sau 900.000 năm nữa, nhiệt độ Vũ trụ đạt T=104K, các sao bắt đầu bay hơi, các nguyên tử bị phân hủy thành các hạt nhân và điện tử, chiếm đầy không gian. Vũ trụ lúc này là một vật đục duy nhất, như lúc 300.000 năm đầu tiên của nó. 90.000 năm tiếp theo, vũ trụ đạt nhiệt độ 107K, gây phản ứng hạt nhân trong các sao, làm nổ trong các sao. Nhiệt độ tiếp tục tăng làm các hạt nhân phân hủy thành proton và neutron, các lỗ đen hút nhau và hút các vật chất xung quanh.

Sau 103 năm tiếp theo, nhiệt độ Vũ trụ đạt T >1012K, phá huỷ các proton, neutron để tạo ra món xúp nóng gồm các hạt quarks, neutrino và các phản hạt. Một năm sau đó, là năm cuối cùng, Vũ trụ co lại đến đường kính r =10-30cm, nhiệt độ T=1032K, như lúc khởi đầu Big Bang, tạo ra vụ Big Crunch. Các quá trình sâu xa hơn không thể ngoại suy theo các định luật vật lý đã biết.

Rất có thể, sau khi co tới trạng thái tới hạn cực nhỏ nào đó, Vũ trụ lại bùng phát một phản ứng tức thời biến toàn bộ vật chất thành năng lượng, tạo ra vụ Big Bang mới, lặp lại chu kỳ tiếp theo của Vũ trụ.

***SORRY, THIS MEDIA TYPE IS NOT SUPPORTED.***

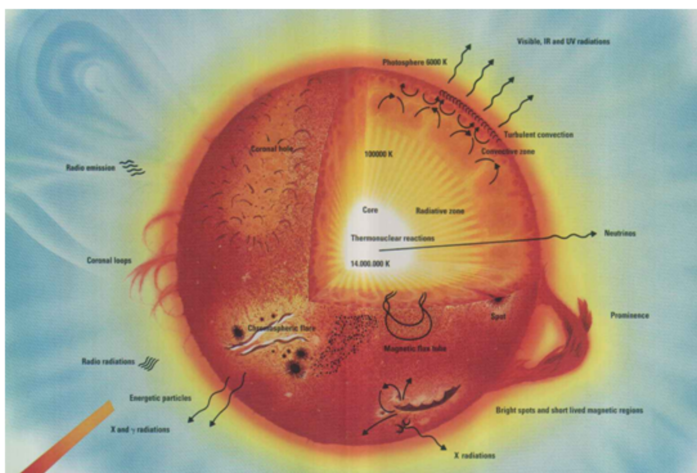
## Mặt trời, cấu tạo của mặt trời



Hình 1.4 Bề ngoài của Mặt trời

Mặt trời là một khối khí hình cầu có đường kính 1,390.106km (lớn hơn 110 lần đường kính trái đất), cách xa trái đất 150.106km (bằng một đơn vị thiên văn AU ánh sáng mặt trời cần khoảng 8 phút để vượt qua khoảng này đến trái đất). Khối lượng mặt trời khoảng Mo = 2.1030kg. Nhiệt độ To trung tâm mặt trời thay đổi trong khoảng từ 10.106K đến 20.106K, trung bình khoảng 15600000 K. Ở nhiệt độ như vậy vật chất không thể giữ được cấu trúc trật tự thông thường gồm các nguyên tử và phân tử. Nó trở thành plasma trong đó các hạt nhân của nguyên tử chuyển động tách biệt với các electron. Khi các hạt nhân tự do có va chạm với nhau sẽ xuất hiện những vụ nổ nhiệt hạch. Khi quan sát tính chất của vật chất nguội hơn trên bề mặt nhìn thấy được của mặt trời, các nhà khoa học đã kết luận rằng có phản ứng nhiệt hạch xảy ra ở trong lòng mặt trời.

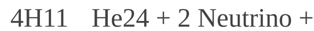
Về cấu trúc, mặt trời có thể chia làm 4 vùng, tất cả hợp thành một khối cầu khí khổng lồ. Vùng giữa gọi là nhân hay "lõi" có những chuyển động đối lưu, nơi xảy ra những phản ứng nhiệt hạt nhân tạo nên nguồn năng lượng mặt trời, vùng này có bán kính khoảng 175.000km, khối lượng riêng 160kg/dm3, nhiệt độ ước tính từ 14 đến 20 triệu độ, áp suất vào khoảng hàng trăm tỷ atmotphe. Vùng kế tiếp là vùng trung gian còn gọi là vùng "đổi ngược" qua đó năng lượng truyền từ trong ra ngoài, vật chất ở vùng này gồm có sắt (Fe), can xi (Ca), nát ri (Na), stronti (Sr), crôm (Cr), kền (Ni), cácbon ( C), silíc (Si) và các khí như hiđrô (H2), hêli (He), chiều dày vùng này khoảng 400.000km. Tiếp theo là vùng "đối lưu" dày 125.000km và vùng "quang cầu" có nhiệt độ khoảng 6000K, dày 1000km ở vùng này gồm các bọt khí sôi sục, có chỗ tạo ra các vết đen, là các hố xoáy có nhiệt độ thấp khoảng 4500K và các tai lửa có nhiệt độ từ 7000K -10000K. Vùng ngoài cùng là vùng bất định và gọi là "khí quyển" của mặt trời.




Hình 1.5. Cấu trúc của mặt trời.

Nhiệt độ bề mặt của mặt trời khoảng 5762K nghĩa là có giá trị đủ lớn để các nguyên tử tồn tại trong trạng thái kích thích, đồng thời đủ nhỏ để ở đây thỉnh thoảng lại xuất hiện những nguyên tử bình thường và các cấu trúc phân tử. Dựa trên cơ sở phân tích các phổ bức xạ và hấp thụ của mặt trời người ta xác định được rằng trên mặt trời có ít nhất 2/3 số nguyên tố tìm thấy trên trái đất. Nguyên tố phổ biến nhất trên mặt trời là nguyên tố nhẹ nhất Hydro. Vật chất của mặt trời bao gồm chừng 92,1% là Hydro và gần 7,8% là Hêli, 0,1% là các nguyên tố khác. Nguồn năng lượng bức xạ chủ yếu của mặt trời là do phản ứng nhiệt hạch tổng hợp hạt nhân Hydro, phản ứng này đưa đến sự tạo thành Hêli. Hạt nhân của Hydro có một hạt mang điện dương là proton. Thông thường những hạt mang điện cùng dấu đẩy nhau, nhưng ở nhiệt độ đủ cao chuyển động của chúng sẽ nhanh tới mức chúng có thể tiến gần tới nhau ở một khoảng cách mà ở đó có thể kết hợp với nhau dưới tác dụng của các lực hút. Khi đó cứ 4 hạt nhân Hyđrô lại tạo ra một hạt nhân Hêli, 2 neutrino và một lượng bức xạ .

4H11 He24 + 2 Neutrino +



Neutrino là hạt không mang điện, rất bền và có khả năng đâm xuyên rất lớn. Sau phản ứng các Neutrino lập tức rời khỏi phạm vi mặt trời và không tham gia vào các "biến cố" sau đó.

Trong quá trình diễn biến của phản ứng có một lượng vật chất của mặt trời bị mất đi. Khối lượng của mặt trời do đó mỗi giây giảm chừng 4.106 tấn, tuy nhiên theo các nhà nghiên cứu, trạng thái của mặt trời vẫn không thay đổi trong thời gian hàng tỷ năm nữa. Mỗi ngày mặt trời sản xuất một nguồn năng lượng qua phản ứng nhiệt hạch lên đến 9.1024kWh (tức là chưa đầy một phần triệu giây mặt trời đã giải phóng ra một lượng năng lượng tương đương với tổng số điện năng sản xuất trong một năm trên trái đất).

## Các phản ứng hạt nhân và sự tiến hóa của mặt trời

Phân bố nhiệt độ và áp suất trong mặt trời

Dưới tác dụng của lực hấp dẫn, hướng về tâm khối khí hình cầu của mặt trời, áp suất, nhiệt độ và mật độ khí quyển sẽ tăng dần.

Để tìm các hàm phân bố nhiệt độ T(r), áp suất p(r) và khối lượng riêng (r) tại bán kính r, ta sẽ xét một phân tố hình trụ dV=S.dr khí Hydro của mặt trời, thỏa mãn các giả thiết sau:

1. Là khí lý tưởng, nên có quan hệ pv=RT.
2. Là đứng yên, nên có cân bằng giữa trọng lực và các áp lực lên 2 đáy :

p.S - (p + dp).S - g Sdr =0

1. Là đoạn nhiệt, nên theo định luật nhiệt động 1, có:

q = CpdT - vdp = 0

***SORRY, THIS MEDIA TYPE IS NOT SUPPORTED.***

Theo (3) có $\frac{\mathrm{dT}}{\mathrm{dp}} = \frac{v}{C_p}$,

drtheo (2) có $\frac{\mathrm{dp}}{\mathrm{dr}} = -\rho.g$,

do đó có $\frac{\mathrm{dT}}{\mathrm{dr}} = \frac{\mathrm{dT}}{\mathrm{dp}}.\frac{\mathrm{dp}}{\mathrm{dr}} = \frac{-v\rho g}{\mathrm{Cp}} = \frac{-g}{\mathrm{Cp}}$

Suy ra $\int_{\mathrm{To}}^{T} \mathrm{dT} = \int_{0}^{r} \frac{-g}{\mathrm{Cp}} \mathrm{dr}$ hay T(r) = T0 - $\frac{g}{\mathrm{Cp}} r$

Và từ $\frac{\mathrm{dp}}{\mathrm{dr}} = -\rho g = \frac{-g}{v} = \frac{-\mathrm{gp}}{\mathrm{RT}}$

bằng cách lấy tích phân:

$$\int_{p_0}^{p} \frac{dp}{p} = \ln\frac{p}{p_0} = \int_0^r \frac{-g}{RT} dr = \quad \begin{matrix} \frac{-gr}{RT} \text{khicoi} T = \text{const} \\ \frac{-g}{R}\int_0^r \frac{dr}{T_0 - \frac{g}{Cp} r} = \frac{Cp}{R} \ln(1 - \frac{g}{CpT_0} r) \end{matrix}$$

Từ đó suy ra:

$$p(r) = \begin{matrix} p_0 \exp \frac{-gr}{RT_0} \text{ Khicoi} T = T_0 = \text{const} \\ p_0 \; 1 - \frac{gr}{CpT_0} \; ^{\frac{Cp}{R}} \text{Khicoi} T = T_0 - \; \frac{g}{Cp} \; r \end{matrix}$$

Phân bố khối lượng riêng  (r) sẽ có dạng:

(r) = $\frac{p(r)}{RT(r)} = \frac{p_0}{RT_0} \; 1 - \frac{gr}{CpT_0} \; ^{\frac{Cv}{R}}$

Nhiệt độ T0 tại tâm mặt trời có thể tính theo nhiệt độ bề mặt:

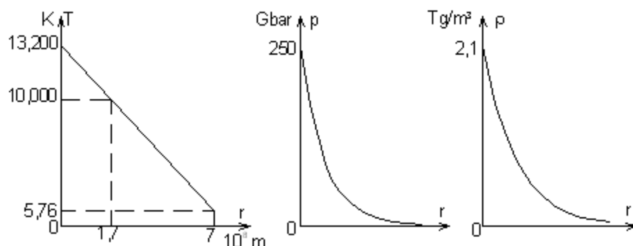
T(r = $\frac{D}{2}$= 7.108m) = 5762K

Gia tốc trọng lực: g = G $\frac{M}{r^2} = 6{,}673.10^{-11} \frac{2.10^{30}}{7.10^{8} \; ^2} = 274 m/s^2$

Nhiệt dung riêng của hydro Cp= $\frac{i+2}{2} \frac{R\mu}{\mu} = \frac{7}{2}.\frac{8314}{2} = 14550 J/\text{kgK}$,

Nhiệt độ tâm mặt trời có thể xác định theo công thức:

$T_0 = T(r) + \frac{g}{Cp} r = 13{,}2.10^6 K$




Hình 1.7. Phân bố T(r), p(r) và khối lượng riêng ρ(r)

## Các phản ứng hạt nhân trong mặt trời

#### Phản ứng tổng hợp hạt nhân Hêli

Trong quá trình hình thành, nhiệt độ bên trong mặt trờisẽ tăng dần. Khi vùng tâm mặt trời đạt nhiệt độ T 107K, thì có đủ điều kiện để xảy ra phản ứng tổng hợp Hêli từ Hydrô, theo phương trình : 4H1    He4 + q.

Đây là phản ứng sinh nhiệt q =   m.c2, trong đó c = 3.108m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không,   m = (4mH - mHe) là khối lượng bị hụt, được biến thành năng lượng theo phương trình Einstein. Mỗi 1kg hạt nhân H1 chuyển thành He4 thì bị hụt một khối lượng   m = 0,01kg, và giải phóng ra năng lượng:

q = m.c2 = 0,01.(3.108)2 = 9.1014 J

Lượng nhiệt sinh ra sẽ làm tăng áp suất khối khí, khiến mặt trời phát ra ánh sáng và bức xạ, và nở ra cho đến khi cân bằng với lực hấp dẫn. Mỗi giây mặt trời tiêu hủy hơn 420 triệu tấn hydro, giảm khối lượng m = 4,2 triệu tấn và phát ra năng lượng Q = 3,8.1026W.

Muốn đạt nhiệt độ tại tâm đủ cao để thành một ngôi sao, thiên thể cần có khối lượng M 0,08M0, với M0 = 2.1030kg là khối lượng mặt trời.

Thời gian xảy ra phản ứng tổng hợp Heli nằm trong khoảng (108 1010)năm, giảm dần khi khối lượng ngôi sao tăng. Khi khối lượng sao càng lớn nhiệt độ và áp suất của phản ứng đủ cân bằng lực hấp dẫn càng lớn, khiến tốc độ phản ứng tăng, thời gian cháy Hydro giảm. Giai đoạn đốt Hydro của mặt trời được khởi động cách đây 4,5 tỷ năm, và còn tiếp tục trong khoảng 5,5 tỷ năm nữa.

**Phản ứng tổng hợp Cácbon và các nguyên tố khác**

Khi nhiên liệu H2 dùng sắp hết, phản ứng tổng hợp He sẽ yếu dần, áp lực bức xạ bên trong không đủ mạnh để cân bằng lực nén do hấp dẫn, khiến thể tích co lại. Khi co lại, khí He bên trong bị nén nên nhiệt độ tăng dần, cho đến khi đạt tới nhiệt độ 108K, sẽ xảy ra phản ứng tổng hợp nhân Cacbon từ He :


3He4 C12 + q

Phản ứng này xảy ra ở nhiệt độ cao, tốc độ lớn, nên thời gian cháy He chỉ bằng1/30 thời gian cháy H2 khoảng 300 triệu năm. Nhiệt sinh ra trong phản ứng làm tăng áp suất bức xạ, khiến ngôi sao nở ra hàng trăm lần so với trước. Lúc này mặt ngoài sao nhiệt độ khoảng 4000K, có màu đỏ, nên gọi là sao đỏ khổng lồ. Vào thời điểm là sao đỏ khổng lồ, mặt trời sẽ nuốt chửng sao Thủy và sao Kim, nung trái đất đến 1500K thành 1 hành tinh nóng chảy, kết thúc sự sống tại đây.

Kết thúc quá trình cháy Heli, áp lực trong sao giảm, lực hấp dẫn ép sao co lại, làm mật độ và nhiệt độ tăng lên, đến T= 5.106K sẽ xảy ra phản ứng tạo Oxy:


4C12 3O16 + q

Quá trình cháy xảy ra như trên, với tốc độ tăng dần và thời gian ngắn dần. Chu trình cháy - tắt - nén - cháy được tăng tốc, liên tiếp thực hiện các phản ứng tạo nguyên tố mới O16 -> Ne20 -> Na22 -> Mg24 -> Al26 -> Si28 -> P30 -> S32 ->... -> Cr52 -> Mn54 -> Fe56

Các phản ứng trên đã tạo ra hơn 20 nguyên tố, tận cùng là sắt Fe56 (gồm 26 proton và 30 netron), toàn bộ quá trình được tăng tốc, xảy ra chỉ trong vài triệu năm.

Sau khi tạo ra sắt Fe56, chuỗi phản ứng hạt nhân trong ngôi sao kết thúc, vì việc tổng hợp sắt thành nguyên tố nặng hơn không có độ hụt khối lượng, không phát sinh năng lượng, mà cần phải cấp thêm năng lượng.

## Sự tiến hóa cuả mặt trời

Sau khi tạo ra sắt, các phản ứng hạt nhân sinh nhiệt tắt hẳn, lực hấp dẫn tiếp tục nén mặt trời cho đến “chết”. Quá trình hoá thân của mặt trời phụ thuộc cường độ lực hấp dẫn, tức là tuỳ thuộc vào khối lượng của nó, theo một trong ba kịch bản như sau:

1. Các sao có khối lượng M (0,7 1,4)M0:

Sau khi hết nhiên liệu, từ một sao đỏ khổng lồ đường kính 100.106 km co lại thành sao lùn trắng đường kính cỡ 1500 km, là trạng thái dừng khi lực hấp dẫn cân bằng với áp lực tạo ra khi các nguyên tử đã ép sát lại nhau,

có khối lượng riêng cỡ 1012 kg/m3. Nhiệt sinh ra khi nén làm nhiệt độ bề mặt sao đạt tới 6000K, sau đó tỏa nhiệt và nguội dần trong một tỉ năm thành sao lùn đen hay sao sắt, như một xác sao không thấy được lang thang trong vũ trụ. Mặt trời hoá kiếp theo kiểu này.

1. Các sao có khối lượng M (1,4 5)M0:

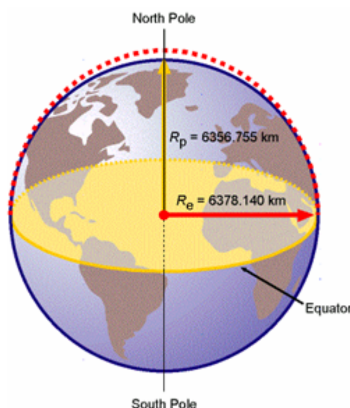
Lực hấp dẫn đủ mạnh để ép nát nguyên tử, ép các hạt nhân lại sát nhau, làm tróc hết lớp vỏ điện tử, tạo ra một khối gồm toàn neutron ép sát nhau và gọi là sao neutron, có đường kính cỡ 15 km và mật độ 1018kg/m3.

Quá trình co lại với gia tốc lớn và bị chặn đột ngột tại trạng thái neutron, tạo ra một chấn động dữ dội, gây ra vụ nổ siêu sao mới, gọi là supernova, phát ra năng lượng bằng trăm triệu lần năng lượng mặt trời, làm bắn tung toàn bộ các lớp ngoài của sao gồm đủ các loại nguyên tố. Lớp vật liệu bắn ra sẽ tạo thành các đám bụi vũ trụ thứ cấp, để hình thành các sao thứ cấp sau đó. Sao neutron mới tạo ra, còn gọi là pulsar, sẽ tự quay với tốc độ khoảng 630 vòng/s và phát bức xạ rất mạnh dọc trục, phát tán hết năng lượng sau vài triệu năm và sẽ hết quay, trở thành một xác chết trong vũ trụ.

1. Các sao có khối lượng M 5M0:

Quá trình tổng hợp các hạt nhân nặng được gia tốc, xảy ra rất nhanh. Sau khi hết nhiên liệu, do lực hấp dẫn quá lớn, sao sụp đổ với gia tốc lớn, co lại liên tục, không dừng lại ở trạng thái neutron, đạt tới bán kính Schwarzschild R = $\frac{2GM}{C^2}$, tạo thành một lỗ đen, kèm theo một vụ nổ siêu sao mới. Lỗ đen có khối lượng riêng khoảng 1023 kg/m3, tạo ra trường hấp dẫn rất mạnh, làm cong không gian xung quanh tới mức vật chất kể cả ánh sáng cũng không thể thoát ra được. Mọi thiên thể đến gần đều bị cuốn hút như một xoáy nước khổng lồ. Nếu được nén đến trạng thái lỗ đen, đạt tới bán kính hấp dẫn, thì bán kính Quả đất chỉ bằng 3cm, bán kính mặt trời là 3 km.

## Trái đất, cấu tạo của trái đất




Hình 1.8. Trái đất

Trái đất được hình thành cách đây gần 5 tỷ năm từ một vành đai bụi khí quay quanh mặt trời, kết tụ thành một quả cầu xốp tự xoay và quay quanh mặt trời. Lực hấp dẫn ép quả cầu co lại, khiến nhiệt độ nổ tăng lên hàng ngàn độ, làm nóng chảy quả cầu, khi đó các nguyên tố nặng như Sắt và Niken chìm dần vào tâm tạo lõi quả đất, xung quanh là magma lỏng, ngoài cùng là khí quyển sơ khai gồm H2, He, H2O, CH4, NH3 và H2SO4. Trái đất tiếp tục quay, tỏa nhiệt và nguội dần. Cách đây 3,8 tỷ năm nhiệt độ đủ nguội để Silicat nổi lên trên mặt magma rồi đông cứng lại, tạo ra vỏ trái đất dày khoảng 25km, với núi cao, đất bằng và hố sâu. Năng lượng phóng xạ trong lòng đất với bức xạ mặt trời tiếp tục gây ra các biến đổi địa tầng, và tạo ra thêm H2O, N2, O2, CO2 trong khí quyển. Khí quyển nguội dần đến độ nước ngưng tụ, gây ra mưa kéo dài hành triệu năm, tạo ra sông hồ, biển và đại dương.

Cách đây gần 2 tỷ năm, những sinh vật đầu tiên xuất hiện trong nước, sau đó phát triển thành sinh vật cấp cao và tiến hoá thành người.

Trái đất, hành tinh thứ 3 tính từ mặt trời, cùng với mặt trăng một vệ tinh duy nhất tạo ra một hệ thống hành tinh kép đặc biệt. Trái đất là hành tinh lớn nhất trong số các hành tinh bên trong của hệ mặt trời với đường kính ở xích đạo 12.756 km. Nhìn từ không gian, trái đất có màu xanh, nâu và xanh lá cây với những đám mây trắng thường xuyên thay đổi. Bề mặt trái đất có một đặc tính mà không một hành tinh nào khác có: hai trạng thái của vật chất cùng tồn tại bên nhau ở cả thể rắn và thể lỏng. Vùng ranh giới giữa biển và đất liền là nơi duy nhất trong vũ trụ có vật chất hiện hữu ổn định trong cả 3 thể rắn, lỏng và khí.

[missing_resource: .wmf]

Hình 1.9. Cấu tạo bên trong trái đất

Về cấu tạo, bên trong trái đất được chia ra 4 lớp. Trong cùng là nhân trong, có bán kính r   1300km, nhiệt độ T   4000K, gồm Sắt và Niken bị nén cứng. Tiếp theo là nhân ngoài, có r   (1300   3500)km, nhiệt độ T   (2000   4000)K, gồm Sắt và Niken lỏng. Kế tiếp là lớp magma lỏng, chủ yếu gồm SiO và Sắt, có r   (3500   6350)km, nhiệt độ T   (1000   2000)K. Ngoài cùng là lớp vỏ cứng dày trung bình 25 km, có nhiệt độ T   (300   1000)K, chủ yếu gồm SiO và H2O. Lớp vỏ này gồm 7 mảng lớn và hơn 100 mảng nhỏ ghép lại, chúng trôi trượt và va đập nhau, gây ra động đất và núi lửa, làm thay đổi địa hình.

Hành tinh trái đất di chuyển trên một quỹ đạo gần ellip, mặt trời không ở tâm của ellip, mà là tại một trong 2 tiêu điểm. Trong thời gian một năm, có khi trái đất gần, có khi xa mặt trời đôi chút, vì quỹ đạo ellip của nó gần như hình tròn. Hàng năm, vào tháng giêng, trái đất gần mặt trời hơn so với vào tháng 7 khoảng 5 triệu km, sự sai biệt này quá nhỏ so với khoảng cách mặt trời đến trái đất. Chúng ta không cảm nhận được sự khác biệt này trong một vòng quay của trái đất quanh mặt trời, hay trong một năm, sự khác biệt về khoảng cách này hầu như không ảnh hưởng gì đến mùa đông và mùa hè trên trái đất, chỉ có điều là vào mùa đông chúng ta ở gần mặt trời hơn so với mùa hè chút ít.

Trái đất chuyển động quanh mặt trời, đồng thời nó cũng tự quay quanh trục của nó. Trong thời gian quay một vòng quanh mặt trời, trái đất quay 365 và 1/4 vòng quanh trục. Chuyển động quay quanh mặt trời tạo nên bốn mùa, chuyển động quay quanh trục tạo nên ngày và đêm trên trái đất. Trục quay của trái đất không thẳng góc với mặt phẳng quỹ đạo, bởi thế chúng ta có mùa đông và mùa hè. Trái đất quay, vì thế đối với chúng ta đứng trên trái đất có vẻ như các vì sao cố định được gắn chặt với quả cầu bầu trời quay xung quanh chúng ta. Chuyển động quay của trái đất không quá nhanh để lực ly tâm của nó có thể bắn chúng ta ra ngoài không gian. Lực ly tâm tác dụng lên mọi vật cùng quay theo trái đất, nhưng vô cùng nhỏ. Lực ly tâm lớn nhất ở xích đạo nó kéo mọi vật thể lên phía trên và làm chúng nhẹ đi chút ít. Vì thế, mọi vật thể ở xích đạo cân nhẹ hơn năm phần ngàn so với ở hai cực. Hậu quả của chuyển động quay làm cho trái đất không còn đúng là quả cầu tròn đều nữa mà lực ly tâm làm cho nó phình ra ở xích đạo một chút. Sự sai khác này thực ra không đáng kể, bán kính trái đất ở xích đạo là 6.378.140km, lớn hơn khoảng cách từ 2 cực đến tâm trái đất là gần 22km.

Sự sống và các đại dương có khả năng tạo ra sự sống chỉ hiện hữu duy nhất trên trái đất. Trên các hành tinh khác gần chúng ta nhất như sao Kim thì quá nóng và sao Hỏa quá lạnh. Nước trên sao Kim nay đã bốc thành hơi nước, còn nước trên sao Hoả đã đóng thành băng bên dưới bề mặt của nó. Chỉ có hành tinh của chúng ta là phù hợp cho nước ở thể lỏng với nhiệt độ từ 0 đến 100oC. Xung quanh trái đất có lớp khí quyển dày khoảng H = 800 km chứa N2, O2, H2O, CO2, NOx, H2, He, Ar, Ne. Áp suất và khối lượng riêng của khí quyển giảm dần với độ cao y theo quy luật:

p(y) = p0.(1 - (g/(Cp.T0)).y)Cp/R

 (y) =  0(1 - (g/(Cp.T0)).y)Cv/R.

Khí quyển tác động đến nhiệt độ trên hành tinh của chúng ta. Các vụ phun trào núi lửa cùng với các hoạt động của con người làm ảnh hưởng đến các thành phần cấu tạo của khí quyển. Vì thế, hệ sinh thái trên hành tinh

chúng ta là kết quả của sự cân bằng mong manh giữa các ảnh hưởng khác nhau. Trong quá khứ, hệ sinh thái này là một hệ thống cân bằng tự điều chỉnh, nhưng ngày nay do tác động của con người có thể đang là nguyên nhân làm vượt qua trạng thái cân bằng này.

Lớp không khí bao quanh trái đất có thể tích khoảng 270 triệu km3 và nặng khoảng 5.300 tỷ tấn đè lên thân thể chúng ta. Những gì mà chúng ta cảm nhận được chỉ xảy ra trong tầng thấp nhất, cao khoảng 18km của cột không khí khổng lồ này, tuy nhiên, phần nhỏ này lại đóng vai trò quan trọng nhất đối với sự sống trên hành tinh của chúng ta.

Trong không khí chứa khoảng 78% phân tử nitơ và 21% oxy cùng với 1% argon và một số chất khí khác và hơi nước trong đó có khoảng 0,03% khí cácbonic. Mặc dầu hàm lượng khí cácbonic rất nhỏ, nhưng lại đóng một vai trò quan trọng đối với sự sống trên trái đất.

Càng lên cao áp suất không khí giảm và nhiệt độ cũng thay đổi rất nhiều, tuy nhiên nhiệt độ của không khí không hạ xuống một cách đơn giản khi chúng ta tiến ra ngoài không gian, nhiệt độ không khí giảm và tăng theo một chu trình nhất định. Nhiệt độ ở mỗi tầng tương ứng với mức tích tụ và loại năng lượng tác động trong tầng đó.

[missing_resource: graphics7.jpg]

Hình 1.10. Sự thay đổi nhiệt độ theo độ cao của các tầng khí quyển Khí quyển của trái đất có thể chia làm 4 tầng, trong đó mỗi tầng có một kiểu cân bằng năng lượng khác nhau. Tầng dưới cùng nhất gọi là tầng đối lưu (Troposphere) tầng này bị chi phối bởi ánh sáng khả kiến và

tia hồng ngoại, gần 95% tổng số khối lượng và toàn bộ nước trong khí quyển phân bố trong tầng này tầng đối lưu cao chỉ khoảng 14km. Gần như toàn bộ sự trao đổi năng lượng giữa khí quyển và trái đất xảy ra trong tầng này. Mặt đất và mặt biển bị hâm nóng lên bởi ánh nắng mặt trời. Nhiệt độ trung bình trên bề mặt trái đất khoảng 15oC, bức xạ nhiệt đóng vai trò điều tiết tự nhiên để giữ cho nhiệt độ trên mặt đất chỉ thay đổi trong một dải tầng hẹp.

Theo lý thuyết, càng lên cao nhiệt độ càng giảm T(y) = T0 - (g/Cp).y, nhưng trong thực tế thì không đúng như vậy. Trên tầng đối lưu là tầng bình lưu (Stratosphere), tại đây nhiệt độ bắt đầu tăng trở lại. Nhiệt độ tại vùng chuyển tiếp giữa vùng đối lưu và vùng bình lưu khoảng -50oC, càng lên cao nhiệt độ lại tăng dần, tại ranh giới của tầng bình lưu có độ cao khoảng 50km nhiệt độ tăng lên khoảng 0oC. Nguyên nhân gây ra hiện tượng này là vì các phân tử oxy (O2) và ozon (O3) hấp thụ một phần các tia cực tím đến từ Mặt trời (90% ozon trong khí quyển chứa trong tầng bình lưu). Nếu tất cả các tia cực tím này có thể đến mặt đất thì sự sống trên trái đất có nguy cơ bị hủy diệt. Một phần nhỏ tia cực tím bị hấp thụ bởi O2 trong tầng bình lưu, quá trình này tách một phân tử O2 thành 2 nguyên tử O, một số nguyên tử O phản ứng với phân tử O2 khác để tạo thành O3. Mặc dầu chỉ một phần triệu phân tử trong khí quyển là ozon nhưng các phân tử ít ỏi này có khả năng hấp thụ hầu hết ánh sáng cực tím trước khi chúng đến được mặt đất. Các photon trong ánh sáng cực tím chứa năng lượng lớn gấp 2 đến 3 lần các photon trong ánh sáng khả kiến, chúng là một trong các nguyên nhân gây bệnh ung thư da.

Các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy lượng ozon trong tầng thấp nhất của khí quyển (tầng đối lưu) ngày càng tăng, trong khi đó hàm lượng ozon trong tầng bình lưu đã bị giảm 6% từ 20 năm trở lại đây. Hậu quả của sự suy giảm này là các tia cực tím có thể xuyên qua khí quyển đến mặt đất ngày nhiều hơn và làm nhiệt độ trong tầng bình lưu ngày càng lạnh đi, trong khi đó nhiệt độ trong tầng đối lưu ngày một nóng lên do hàm lượng ozon gần mặt đất ngày càng tăng.

Trong tầng giữa (Mesosphere), có độ cao từ 50km trở lên, ozon thình lình mỏng ra và nhiệt độ giảm dần và lên đến ranh giới cao nhất của tầng này (khoảng 80km) thì nhiệt độ chỉ khoảng -90oC.

Càng lên cao nhiệt độ bắt đầu tăng trở lại và sự cấu tạo của khí quyển thay đổi hoàn toàn. Trong khi ở tầng dưới các quá trình cơ học và trong tầng giữa các quá trình hoá học xảy ra rất tiêu biểu, thì trong tầng cao nhất của khí quyển các quá trình diễn ra rất khác biệt. Nhiệt lượng bức xạ rất mạnh của mặt trời làm tách các phân

tử ra để tạo thành các ion và electron. Vì thế người ta gọi tầng này là tầng điện ly (Ionosphere) các sóng điện từ bị phản xạ trong tầng này.

Càng lên cao, bức xạ mặt trời trời càng mạnh, ở độ cao khoảng 600km, nhiệt độ lên đến 1000oc. càng lên cao khí quyển càng mỏng và không có một ranh giới rõ ràng phân biệt gữa khí quyển của trái đất và không gian. người ta thống nhất rằng khí quyển chuẩn của trái đất có độ cao 800km.

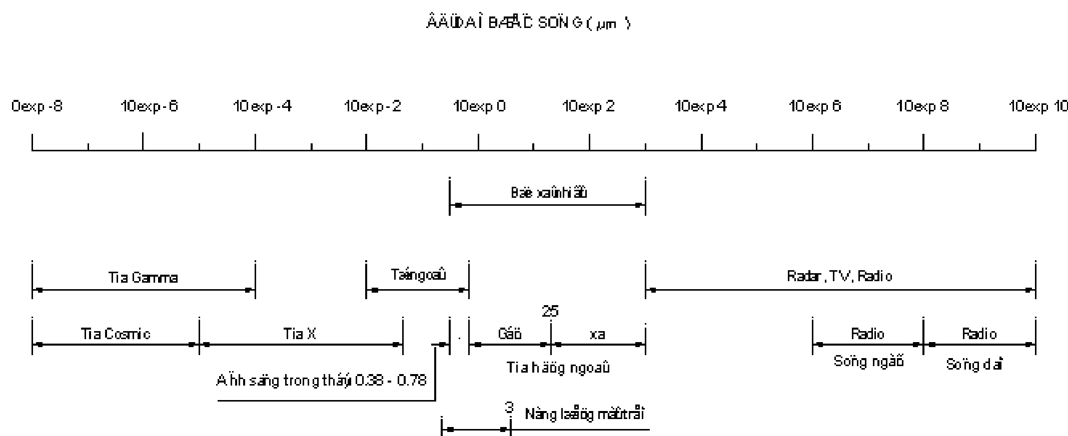
Năng lượng mặt trời

# NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

## Năng lượng bức xạ mặt trời

Trong toàn bộ bức xạ của mặt trời, bức xạ liên quan trực tiếp đến các phản ứng hạt nhân xảy ra trong nhân mặt trời không quá 3%. Bức xạ   ban đầu khi đi qua 5.105km chiều dày của lớp vật chất mặt trời, bị biến đổi rất mạnh. Tất cả các dạng của bức xạ điện từ đều có bản chất sóng và chúng khác nhau ở bước sóng. Bức xạ   là sóng ngắn nhất trong các sóng đó (hình 2.1). Từ tâm mặt trời đi ra do sự va chạm hoặc tán xạ mà năng lượng của chúng giảm đi và bây giờ chúng ứng với bức xạ có bước sóng dài. Như vậy bức xạ chuyển thành bức xạ Rơngen có bước sóng dài hơn. Gần đến bề mặt mặt trời nơi có nhiệt độ đủ thấp để có thể tồn tại vật chất trong trạng thái nguyên tử và các cơ chế khác bắt đầu xảy ra.

Đặc trưng của bức xạ mặt trời truyền trong không gian bên ngoài mặt trời là một phổ rộng trong đó cực đại của cường độ bức xạ nằm trong dải 10-1 - 10  m và hầu như một nửa tổng năng lượng mặt trời tập trung trong khoảng bước sóng 0,38 - 0,78  m đó là vùng nhìn thấy của phổ.




Hình 2.1 Dải bức xạ điện từ

Chùm tia truyền thẳng từ mặt trời gọi là bức xạ trực xạ. Tổng hợp các tia trực xạ và tán xạ gọi là tổng xạ. Mật độ dòng bức xạ trực xạ ở ngoài lớp khí quyển, tính đối với với 1m2 bề mặt đặt vuông góc với tia bức xạ, được tính theo công thứ :

[missing_resource: graphics2.wmf]

Ở đây
[missing_resource: graphics3.wmf]

- hệ số góc bức xạ giữa trái đất và mặt trời
[missing_resource: graphics4.wmf] [missing_resource: graphics5.wmf]

- góc nhìn mặt trời và
[missing_resource: graphics6.wmf]

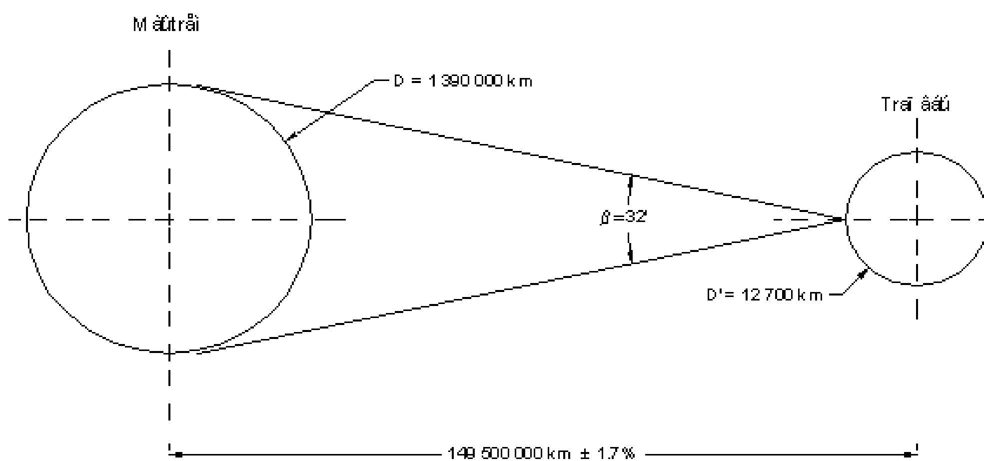
32’ như hình 2.2

C0 = 5,67 W/m2.K4 - hệ số bức xạ của vật đen tuyệt đối

T 5762 oK -nhiệt độ bề mặt mặt trời (xem giống vật đen tuyệt đối)

Vậy
[missing_resource: graphics7.wmf]

1353 W/m2

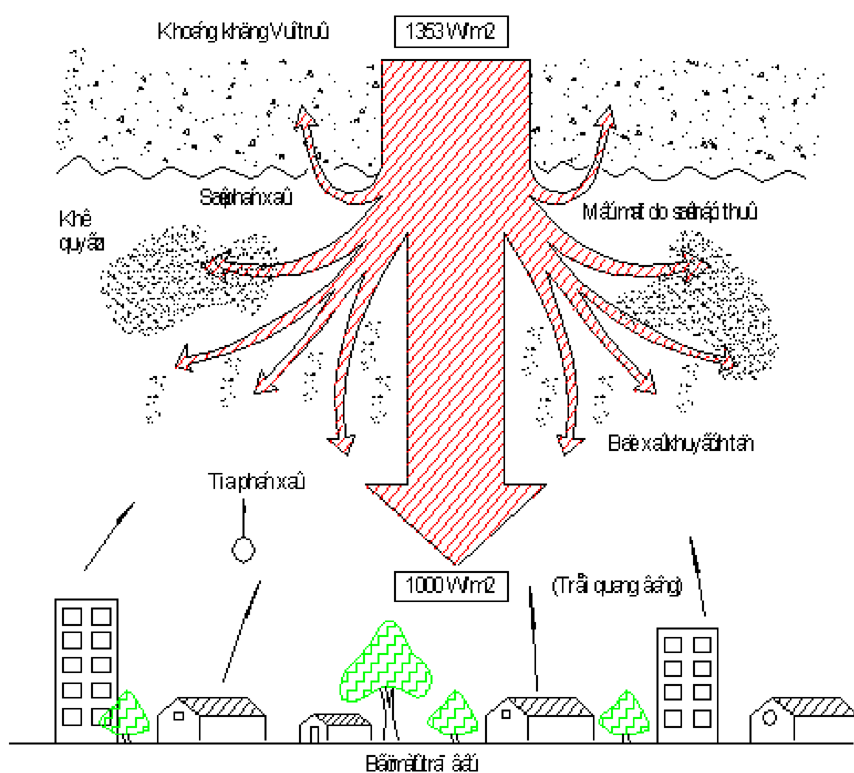



Hình 2.2. Góc nhìn mặt trời.

Do khoảng cách giữa trái đất và mặt trời thay đổi theo mùa trong năm nên
[missing_resource: graphics9.wmf]

cũng thay đổi do đó q cũng thay đổi nhưng độ thay đổi này không lớn lắm nên có thể xem q là không đổi và được gọi là hằng số mặt trời.

Khi truyền qua lớp khí quyển bao bọc quanh trái đất các chùm tia bức xạ bị hấp thụ và tán xạ bởi tầng ôzôn, hơi nước và bụi trong khí quyển, chỉ một phần năng lượng được truyền trực tiếp tới trái đất. Đầu tiên ôxy phân tử bình thường O2 phân ly thành ôxy nguyên tử O, để phá vỡ liên kết phân tử đó, cần phải có các photon bước sóng ngắn hơn 0,18 m, do đó các photon (xem bức xạ như các hạt rời rạc - photon) có năng lượng như vậy bị hấp thụ hoàn toàn. Chỉ một phần các nguyên tử ôxy kết hợp thành các phân tử, còn đại đa số các nguyên tử tương tác với các phân tử ôxy khác để tạo thành phân tử ôzôn O3, ôzôn cũng hấp thụ bức xạ tử ngoại nhưng với mức độ thấp hơn so với ôxy, dưới tác dụng của các photon với bước sóng ngắn hơn 0,32 m, sự phân tách O3 thành O2 và O xảy ra. Như vậy hầu như toàn bộ năng lượng của bức xạ tử ngoại được sử dụng để duy trì quá trình phân ly và hợp nhất của O, O2 và O3, đó là một quá trình ổn định. Do quá trình này, khi đi qua khí quyển, bức xạ tử ngoại biến đổi thành bức xạ với năng lượng nhỏ hơn.




Hình 2.3. Quá trình truyền năng lượng bức xạ mặt trời qua lớp khí quyển của trái đất.

Các bức xạ với bước sóng ứng với các vùng nhìn thấy và vùng hồng ngoại của phổ tương tác với các phân tử khí và các hạt bụi của không khí nhưng không phá vỡ các liên kết của chúng, khi đó các photon bị tán xạ khá đều theo mọi hướng và một số photon quay trở lại không gian vũ trụ. Bức xạ chịu dạng tán xạ đó chủ yếu là bức xạ có bước sóng ngắn nhất. Sau khi phản xạ từ các phần khác nhau của khí quyển bức xạ tán xạ đi đến chúng ta mang theo màu xanh lam của bầu trời trong sáng và có thể quan sát được ở những độ cao không lớn. Các giọt nước cũng tán xạ rất mạnh bức xạ mặt trời. Bức xạ mặt trời khi đi qua khí quyển còn gặp một trở ngại đáng kể nữa đó là do sự hấp thụ của các phần tử hơi nươc, khí cacbônic và các hợp chất khác, mức độ của sự hấp thụ này phụ thuộc vào bước sóng, mạnh nhất ở khoảng giữa vùng hồng ngoại của phổ.

Phần năng lượng bức xạ mặt trời truyền tới bề mặt trái đất trong những ngày quang đãng (không có mây) ở thời điểm cao nhất vào khoảng 1000W/m2 hình 2.3.

Yếu tố cơ bản xác định cường độ của bức xạ mặt trời ở một điểm nào đó trên trái đất là quãng đường nó đi qua. Sự mất mát năng lượng trên quãng đường đó gắn liền với sự tán xạ, hấp thụ bức xạ và phụ thuộc vào thời gian trong ngày, mùa, vị trí địa lý. Các mùa hình thành là do sự nghiêng của trục trái đất đối với mặt phẳng quỹ đạo của nó quanh mặt trời gây ra. Góc nghiêng vào khoảng 66,5o và thực tế xem như không đổi trong không gian. Sự định hướng như vậy của trục quay trái đất trong chuyển động của nó đối với mặt trời gây ra những sự dao động quan trọng về độ dài ngày và đêm trong năm.

Phân bố cường độ bức xạ đơn sác E0 ( ) của mặt trời được xác định theo định luật Planck, có dạng:

[missing_resource: graphics11.wmf]

$E_{0\lambda} = \frac{C_1.\lambda^5}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1}$

Hình 2.4. Phân bố E0 ( ) của mặt trờiDiện tích phía dưới đường cong sẽ mô tả cường độ bức xạ toàn phần E0 của Mặt trời. Phần công suất mang tia sáng (AS) thấy được là:

EAS = $\int_{0,4.10^{-6}}^{0,8.10^{-6}} E_{0\lambda}(\lambda) d\lambda = 0,5 \int_0^{\infty} E_{0\lambda}(\lambda) d\lambda = 0,5 E_0$

E0 đạt cưc trị tại m = 2,98.10-3/T0 = 0,5 m và

E0 max = E0 ( m,T0) = 8,3.1013 W/m3

Cường độ bức xạ toàn phần: E0 = 0.T04 = 6,25.107 W/m2

Công suất bức xạ toàn phần của Mặt trời:

Q0 = E0.F = .D2. 0.T04 = 3,8.1026W.

Công suất này bằng 4.1013 lần tổng công suất điện toàn thế giới hiện nay, vào khoảg P = 1013W.

## Phương pháp tính toán năng lượng bức xạ mặt trời

Cường độ bức xạ mặt trời trên mặt đất chủ yếu phụ thuộc 2 yếu tố: góc nghiêng của các tia sáng đối với mặt phẳng bề mặt tại điểm đã cho và độ dài đường đi của các tia sáng trong khí quyển hay nói chung là phụ thuộc vào độ cao của mặt trời (Góc giữa phương từ điểm quan sát đến mặt trời và mặt phẳng nằm ngang đi qua điểm đó). Yếu tố cơ bản xác định cường độ của bức xạ mặt trời ở một điểm nào đó trên trái đất là quãng đường nó đi qua. Sự mất mát năng lượng trên quãng đường đó gắn liền với sự tán xạ, hấp thụ bức xạ và phụ thuộc vào thời gian trong ngày, mùa, vị trí địa lý.

Quan hệ giữa bức xạ mặt trời ngoài khí quyển và thời gian trong năm có thể xác định theo phương trình sau:

Eng = Eo(1+0, 033cos $\frac{360n}{365}$), W/m2

trong đó, Eng là bức xạ ngoài khí quyển được đo trên mặt phẳng vuông góc với tia bức xạ vào ngày thứ n trong năm.

### Tính toán góc tới của bức xạ trực xạ

Trong quá trình tính toán cần định nghĩa một số khái niệm như sau:

- Hệ số khối không khí: m, là tỷ số giữa khối lượng khí quyển theo phương tia bức xạ truyền qua và khối lượng khí quyển theo phương thẳng đứng (tức là khi mặt trời ở thiên đỉnh). Như vậy m =1 khi mặt trời ở thiên đỉnh, m =2 khi góc thiên đỉnh z là 600. Đối với các góc thiên đỉnh từ 0-700 có thể xác định gần đúng m =1/cos z. Còn đối với các góc z>700 thì độ cong của bề mặt trái đất phải được đưa vào tính toán. Riêng đối với trường hợp tính toán bức xạ mặt trời ngoài khí quyển m =0.

- Trực xạ: là bức xạ mặt trời nhận được khi không bị bầu khí quyển phát tán. Đây là dòng bức xạ có hướng và có thể thu được ở các bộ thu kiểu tập trung (hội tụ).

- Tán xạ: là bức xạ mặt trời nhận được sau khi hướng của nó đã bị thay đổi do sự phát tán của bầu khí quyển (trong một số tài liệu khí tượng, tán xạ còn được gọi là bức xạ của bầu trời, ở đây cần phân biệt tán xạ của mặt trời với bức xạ hồng ngoại của bầu khí quyển phát ra).

- Tổng xạ: là tổng của trực xạ và tán xạ trên một bề mặt (phổ biến nhất là tổng xạ trên một bề mặt nằm ngang, thường gọi là bức xạ cầu trên bề mặt).

- Cường độ bức xạ (W/m2): là cường độ năng lượng bức xạ mặt trời đến một bề mặt tương ứng với một đơn vị diện tích của bề mặt. Cường độ bức xạ cũng bao gồm cường độ bức xạ trực xạ Etrx, cường độ bức xạ tán xạ Etx và cường độ bức xạ quang phổ Eqp.

- Năng lượng bức xạ (J/m2 : là năng lượng bức xạ mặt trời truyền tới một đơn vị diện tích bề mặt trong một khoảng thời gian, như vậy năng lượng bức xạ là một đại lượng bằng tích phân của cường độ bức xạ trong một khoảng thời gian nhất định (thường là 1 giờ hay 1 ngày).

- Giờ mặt trờ : là thời gian dựa trên chuyển động biểu kiến của mặt trời trên bầu trời, với quy ước giờ mặt trời chính ngọ là thời điểm mặt trời đi qua thiên đỉnh của người quan sát. Giờ mặt trời là thời gian được sử dụng trong mọi quan hệ về góc mặt trời, nó không đồng nghĩa với giờ theo đồng hồ.

Quan hệ hình học giữa một mặt phẳng bố trí bất kỳ trên mặt đất và bức xạ của mặt trời truyền tới, tức là vị trí của mặt trời so với mặt phẳng đó có thể được xác định theo các góc đặc trưng sau (hình 2.5):

- Góc vĩ độ : vị trí góc tương ứng với vĩ độ về phía bắc hoặc về phía nam đường xích đạo trái đất, với hướng phía bắc là hướng dương.

- 900 900

- Góc nghiêng : góc giữa mặt phẳng của bề mặt tính toán và phương nằm ngang.

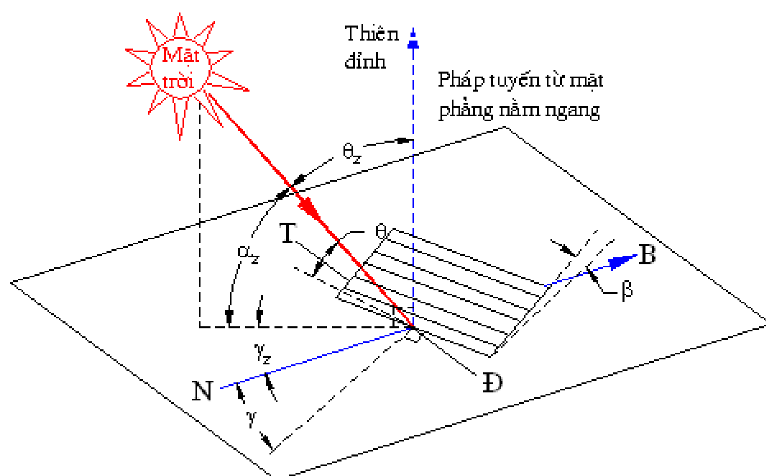
0 1800

( > 900 nghĩa là bề mặt nhận bức xạ hướng xuống phía dưới).

- Góc phương vị của bề mặt : góc lệch của hình chiếu pháp tuyến bề mặt trên mặt phẳng nằm ngang so với đường kinh tuyến. Góc = 0 nếu bề mặt quay về hướng

chính nam, lấy dấu (+) nếu bề mặt quay về phía tây và lấy dấu (-) nếu bề mặt quay về phía đông.

-1800 1800




Hình 2.5. Quan hệ các góc hình học của tia bức xạ mặt trời trên mặt phẳng nghiêng

- Góc giờ : góc chuyển động của vị trí mặt trời về phía đông hoặc phía tây của kinh tuyến địa phương do quá trình quay của trái đất quanh trục của nó và lấy giá trị 150 cho 1 giờ đồng hồ, buổi sáng lấy dấu (-), buổi chiều lấy dấu (+).

- Góc tới : góc giữa tia bức xạ truyền tới bề mặt và pháp tuyến của bề mặt đó.

- Góc thiên đỉnh z: góc giữa phương thẳng đứng (thiên đỉnh) và tia bức xạ tới. Trong trường hợp bề mặt nằm ngang thì góc thiên đỉnh chính là góc tới .

- Góc cao mặt trời : góc giữa phương nằm ngang và tia bức xạ truyền tới, tức là góc phụ của góc thiên đỉnh.

- Góc phương vị mặt trời s: góc lệch so với phương nam của hình chiếu tia bức xạ mặt trời truyền tới trên mặt phẳng nằm ngang. Góc này lấy dấu âm (-) nếu hình chiếu lệch về phía đông và lấy dấu dương (+) nếu hình chiếu lệch về phía tây.

- Góc lệch : vị trí góc của mặt trời tương ứng với giờ mặt trời là 12 giờ (tức là khi mặt trời đi qua kinh tuyến địa phương) so với mặt phẳng của xích đạo trái đất, với hướng phía bắc là hướng dương.

-23,450 23,450

Góc lệch có thể tính toán theo phương trình của Cooper:

= 23,45.sin(360 $\frac{284+n}{365}$)

trong đó n là thứ tự ngày của 1 năm .

Quan hệ giữa các loại góc đặc trưng ở trên có thể biểu diễn bằng phương trình giữa góc tới và các góc khác như sau:

cos = sin .sin . cos - sin .cos . sin .cos + cos .cos .cos .cos +

+ cos .sin .sin .cos .cos + cos .sin .sin .sin

và:cos = cos z.cos + sin z.sin .cos( s - )

Đối với bề mặt nằm ngang góc tới chính là góc thiên đỉnh của mặt trời z, giá trị của nó phải nằm trong khoảng 00 và 900 từ khi mặt trời mọc đến khi mặt trời ở thiên đỉnh ( = 0):

cos z = cos .cos .cos + sin .sin

**Bức xạ mặt trời ngoài khí quyển lên mặt phẳng nằm ngang:**

Tại thời điểm bất kỳ, bức xạ mặt trời đến một bề mặt nằm ngang ngoài khí quyển được xác định theo phương trình:

$$E_{o.\mathrm{ng}} = E_o\ 1 + 0.033.\cos\frac{360.n}{365}\ .\cos\theta_z$$

Thay giá trị cos z vào phương trình trên ta có Eo.ng tại thời điểm bất kỳ từ lúc mặt trời mọc đến lúc mặt trời lặn:

$$E_{o.\mathrm{ng}} = E_o\ 1 + 0.033.\cos\frac{360n}{365}\ \cos\varphi.\cos\delta.\cos\omega + \sin\varphi.\sin\delta$$

Tích phân phương trình này theo thời gian từ khi mặt trời mọc đến khi mặt trời lặn (6h đến 18h mặt trời) ta sẽ được Eo. ngay là năng lượng bức xạ mặt trời trên mặt phẳng nằm ngang trong một ngày:

$$E_{o.\mathrm{ngay}} = \frac{24.3600E_o}{\pi}\ 1 + 0.033.\cos\frac{360n}{365}\ \cos\varphi.\cos\delta.\sin\omega_s + \frac{\pi\omega_s}{180}\sin\varphi.\sin\delta$$

với s là góc giờ mặt trời lặn (0) (tức là góc giờ khi z = 900)

$$\cos\omega_s = -\frac{\sin\varphi.\sin\delta}{\cos\varphi.\cos\delta} = -\text{tg}\varphi.\text{tg}\delta$$

Người ta cũng xác định năng lượng bức xạ ngày trung bình tháng Eoth bằng cách thay giá trị n và   trong các công thức trên lấy bằng giá trị ngày trung bình của tháng và độ lệch   tương ứng.

Năng lượng bức xạ trên mặt phẳng nằm ngang trong một giờ nhất định có thể xác định khi phân tích phương trình 1.9 trong khoảng thời gian giữa các góc giờ  1 và  2:

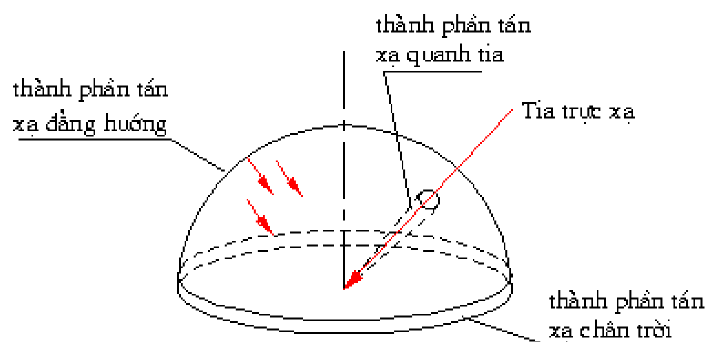
$$E_{o.\text{gio}} = \frac{112x3600}{\pi} E_o\ 1 + 0.033\frac{360n}{365}\ \left[\cos\varphi.\cos\delta\ \sin\omega_1\ - \sin\omega_2\ + \frac{\pi\ \omega_2 - \omega_1}{180}\sin\varphi.\sin\delta\right]$$

**Tổng cường độ bức xạ mặt trời lên bề mặt trên trái đất**

Tổng bức xạ mặt trời lên một bề mặt đặt trên mặt đất bao gồm hai phần chính đó là trực xạ và tán xạ. Phần trực xạ đã được khảo sát ở trên, còn thành phần tán xạ thì khá phức tạp. Hướng của bức xạ khuếch tán truyền tới bề mặt là hàm số của độ mây và độ trong suốt của khí quyển, các đại lượng này lại thay đổi khá nhiều. Có thể xem bức xạ tán xạ là tổng hợp của 3 thành phần (hình 2.6).

- Thành phần tán xạ đẳng hướng: phần tán xạ nhận được đồng đều từ toàn bộ vòm trời.

- Thành phần tán xạ quanh tia: phần tán xạ bị phát tán của bức xạ mặt trời xung quanh tia mặt trời.




Hình 2.6. Sơ đồ phân bố các thành phần bức xạ khuếch tán.

- Thành phần tán xạ chân trời: phần tán xạ tập trung gần đường chân trời.

Góc khuếch tán ở mức độ nhất định phụ thuộc độ phản xạ Rg (còn gọi là albedo - suất phân chiếu) của mặt đất. Những bề mặt có độ phản xạ cao (ví dụ bề mặt tuyết xốp có Rg = 0,7) sẽ phản xạ mạnh bức xạ mặt trời trở lại bầu trời và lần lượt bị phát tán trở thành thành phần tán xạ chân trời.

Như vậy bức xạ mặt trời truyền đến một bề mặt nghiêng là tổng của các dòng bức xạ bao gồm: trực xạ Eb, 3 thành phần tán xạ Ed1, Ed2, Ed3 và bức xạ phản xạ từ các bề mặt khác lân cận Er:

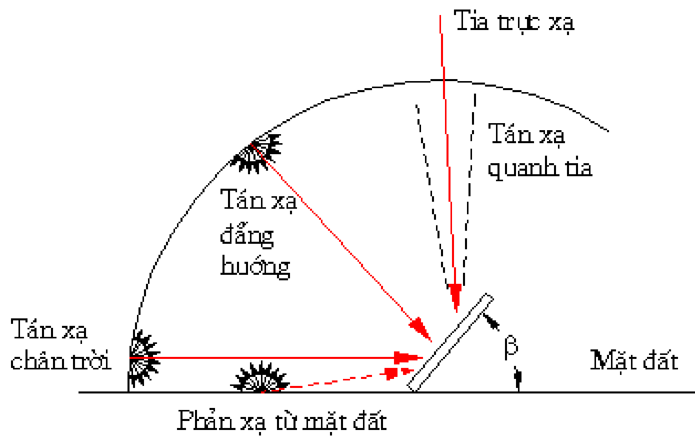
E  = Eb + Ed1 + Ed2 + Ed3 + Er

Tuy nhiên việc tính toán các đại lượng tán xạ này rất phức tạp. Vì vậy người ta giả thiết là sự kết hợp của bức xạ khuếch tán và bức xạ phản xạ của mặt đất là đẳng hướng, nghĩa là tổng của bức xạ khuếch tán từ bầu trời và bức xạ phản xạ của mặt đất là như nhau trong mọi trường hợp không phụ thuộc hướng của bề mặt. Như vậy tổng xạ trên bề mặt nghiêng sẽ là tổng của trực xạ Eb.Bb và tán xạ trên mặt nằm ngang Ed.

Khi đó một bề mặt nghiêng tạo một góc   so với phương nằm ngang sẽ có tổng xạ bằng tổng của 3 thành phần:

$$\beta \sum = E_b B_b + E_d \, \frac{1+\cos\beta}{2} \; + E_{\sum .R_g \, \frac{1-\cos\beta}{2}}$$

$$E$$




Hình 2.7. Các thành phần bức xạ lên bề mặt nghiêng.

Trong đó : E là tổng xạ trên bề mặt nằm ngang,

(1 + cos )/2 = Fcs là hệ số góc của bề mặt đối với bầu trời

(1 - cos )/2 = Fcg là hệ số góc của bề mặt đối với mặt đất

Rg là hệ số phản xạ bức xạ của môi trường xung quanh.

Và ta có tỷ số bức xạ Bb của bề mặt nghiêng góc so với bề mặt ngang:

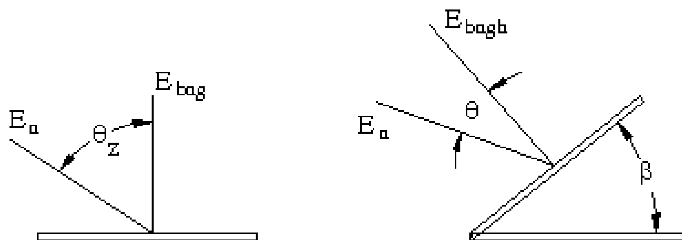
$$B_b = \frac{E_n}{E_{\text{bng}}} = \frac{E_n.\cos\theta}{E_n.\cos\theta_z} = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_z}$$

En là cường độ bức xạ mặt trời tới theo phương bất kỳ,

Ebng là bức xạ mặt trời theo phương vuông góc với mặt nằm ngang,

Ebngh là bức xạ mặt trời theo phương vuông góc với mặt phẳng nghiêng,

cos và cos z được xác định bởi các phương trình trên và các góc được biểu diễn trên hình 2.8.




Hình 2.8. Bức xạ trực xạ trên bề mặt nằm ngang và nghiêng.

Trong tính toán kỹ thuật, có thể coi cường độ bức xạ tới mặt đất là hàm của thời gian , tính từ lúc mặt trời mọc, = 0 đến khi mặt trời lặn = n/2, với n=24h = 24.3600s như sau: E( ) = En.sin ( )

( ) = . là góc nghiêng tia nắng so với mặt đất,

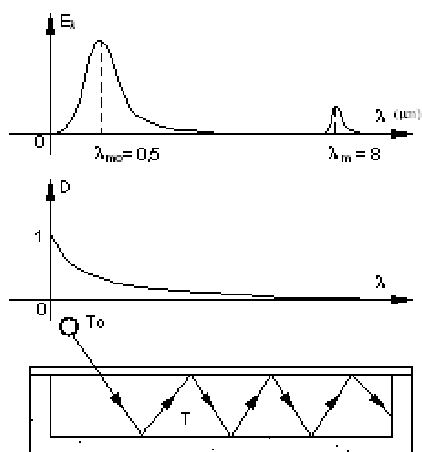
$\omega = \frac{2\pi}{\tau_n} = \frac{2\pi}{24.3600} = 7{,}72.10^{-5}\mathrm{rad}/s$ là tốc độ góc tự xoay của trái đất,

En[W/m2] là cường độ bức xạ cực đại trong ngày, lấy trị trung bình cả năm theo theo số liệu số liệu đo lường thực tế tại vĩ độ cần xét.

## Bức xạ mặt trời truyền qua kính

Độ hấp thụ, truyền qua và phản xạ của vật liệu là hàm số của bức xạ truyền tới, độ dày và chỉ số khúc xạ của lớp vật liệu đó. Hầu hết các bộ thu NLMT đều sử dụng kính làm vật liệu che phủ bề mặt bộ thu vì tính chất quang học ưu việt của nó.

### Hiệu ứng lồng kính




Hinh 2.9. Hiệu ứng lông kính.

Hiệu ứng lồng kính là hiện tượng tích luỹ năng lượng bức xạ của mặt trời phía dưới một tấm kính hoặc một lớp khí nào đó, ví dụ CO2 hoặc NOx. Giải thích hiệu ứng lồng kính như sau: Tấm kính hoặc lớp khí có độ trong đơn sắc D  giảm dần khi bước sóng   tăng. Còn bước sóng  mkhi E  cực đại, là bước sóng mang nhiều năng lượng nhất, thì lại giảm theo định luật Wien   = 2,9.10-3/T.

Bức xạ mặt trời, phát ra từ nhiệt độ cao T0 = 5762K, có năng lượng tập trung quanh sóng  m0 = 0,5  m, sẽ xuyên qua kính hoàn toàn, vì D(  m0)   1. Bức xạ thứ cấp, phát từ vật thu có nhiệt độ thấp, khoảng T   400K, có năng lượng tập trung quanh sóng  m = 8  m, hầu như không xuyên qua kính, vì D(  m)   0, và bị phản xạ lại mặt thu. Hiệu số năng lượng (vào - ra) > 0, được tích luỹ phía dưới tấm kính, làm nhiệt độ tại đó tăng lên.

**Sự phản xạ của bức xạ mặt trời**

Đối với các bề mặt nhẵn, biểu thức Fresnel của độ phản xạ bức xạ qua môi trường thứ nhất có độ khúc xạ (chiết suất) n1 đến môi trường thứ 2 có chiết suất n2 là:

$r = \frac{\sin^2 \theta_2-\theta_1}{\sin^2 \theta_2+\theta_1}$ đối với thành phần vuông góc.

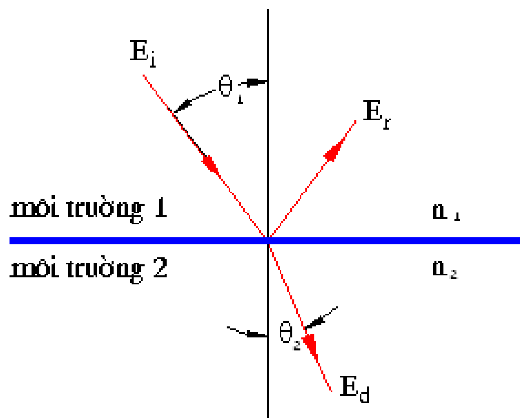
r// = $\frac{\mathrm{tg}^2\, \theta_2-\theta_1}{\mathrm{tg}^2\, \theta_2+\theta_1}$ đối với thành phần song song của bức xạ .

r = $\frac{E_r}{E_i} = \frac{r+r_{//}}{2}$ là độ phản xạ trung bình của hai thành phần song song và vuông góc.

Ei, Er, tương ứng là cường độ bức xạ tới, cường độ bức xạ phản xạ.

Các góc 1 và 2 là góc tới và góc khúc xạ (hình 2.10) có quan hệ với độ khúc xạ n theo định luật Snell: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

Như vậy nếu biết các đại lượng góc 1, 2, và chiết suất các môi trường n1, n2 ta có thể xác định được độ phản xạ r của bề mặt. Đối với tia bức xạ tới vuông góc




Hình 2.10. Quá trình truyền của tia bức xạ.

1, 2 = 0 và các phương trình trên có thể kết hợp:

$$r_0 = \frac{E_r}{E_i} = \frac{n_1-n_2}{n_1+n_2}^{2}$$

Nếu một môi trường là không khí (chiết suất n2 1) thì:

$$r_0 = \frac{E_r}{E_i} = \frac{n_1-1}{n_1+1}^{2}$$

Đối với các loại bộ thu NLMT, thường sử dụng kính hoặc vật liệu màng mỏng trong suốt phủ trên bề mặt hấp thụ nhiệt bức xạ, vì vậy luôn có 2 bề mặt ngăn cách của mỗi lớp vật liệu phủ gây ra tổn thất phản xạ. Nếu bỏ qua nhiệt lượng hấp thụ của lớp vật liệu này và xét tại thời điểm mà chỉ có thành phần vuông góc của bức xạ tới (hình 2.11), thì đại lượng (1 - r ) của tia bức xạ tới sẽ tới được bề mặt thứ 2, trong đó (1 - r )2 đi qua bề mặt phân cách và r (1 - r ) bị phản xạ trở lại bề mặt phân cách thứ nhất v.v...Cộng tất cả các thành phần được truyền qua thì hệ số truyền qua của thành phần vuông góc:

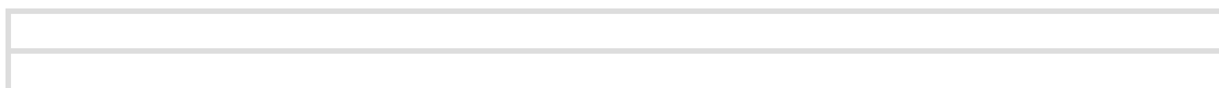
$$d = 1 - r^{2} \sum r_{2n} = \frac{1-r^{\,2}}{1-r} = \frac{1-r}{1+r}$$

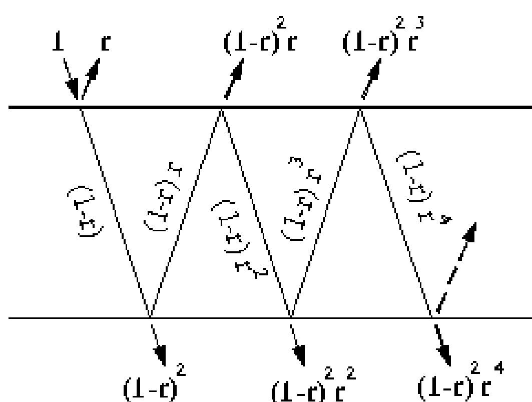
Đối với thành phần song song cũng có kết quả tương tự và hệ số truyền qua trung bình của cả hai thành phần:

$$d_r = \frac{1}{2}\ \frac{1-r}{1+r} + \frac{1-r}{1+r}$$

Nếu bộ thu có N lớp vật liệu phủ trong suốt như nhau thì:

$$d_{\mathrm{rN}} = \frac{1}{2}\left[\frac{1-r}{1+\ 2\mathrm{N}-1\ r} + \frac{1-r}{1+\ 2\mathrm{N}-1\ r}\right]$$






Hình 2.11. Quá trình truyền của tia bức xạ qua lớp phủ không hấp thụ.

## Tổn thất do hấp thụ bức xạ của kính

Sự hấp thụ bức xạ trong vật liệu không trong suốt được xác định bởi định luật Bougure dựa trên giả thiết là bức xạ bị hấp thụ tỷ lệ với cường độ bức xạ qua vật liệu và khoảng cách x mà bức xạ đi qua: dE = - EKdxvới K là hằng số tỷ lệ. Lấy tích phân dọc theo đường đi của tia bức xạ trong vật liệu từ 0 đến /cos 2 (với là chiều dày của lớp vật liệu) ta có hệ số truyền qua của vật liệu khi có hấp thụ bức xạ:

Da = $\frac{E_d}{E_i}$ = exp $-\frac{K\delta}{\cos\theta_2}$

Trong đó, Ed là cường độ bức xạ truyền qua lớp vật liệu.

Đối với kính: K có trị số xấp xỉ 4m-1 đối với loại kính có cạnh màu trắng bạc và xấp xỉ 32m-1 đối với loại kính có cạnh màu xanh lục.

**Hệ số truyền qua và hệ số phản xạ của kính**

Hệ số truyền qua, hệ số phản xạ và hệ số hấp thụ của một lớp vật liệu có thể được xác định như sau :

Đối với thành phần vuông góc của bức xạ:

$$D = \frac{D_a\ 1-r^{\ 2}}{1-\ rD_a^{\ 2}} = D_a \frac{1-r}{1+r}\left[\frac{1-r_2}{1-\ rD_a^{\ 2}}\right]$$

$$R = r + \frac{1-r^{\ 2} D_a 2.r}{1-\ r.D_a^{\ 2}} = r\ 1 + D_a.D$$

$$A = \ 1 - D_a \left[\frac{1-r}{1-r.D_a}\right]$$

Thành phần song song của bức xạ cũng được xác định bằng các biểu thức tương tự. Đối với bức xạ tới không phân cực, các tính chất quang học được xác định bằng trung bình cộng của hai thành phần này.

Đối với các bộ thu NLMT thực tế, Da thường lớn hơn 0,9 và r   0,1. Vì vậy từ phương trình trên ta có giá trị D   1 (tương tự D//   1).

**Hệ số truyền qua đối với bức xạ khuếch tán**

Do bức xạ khuếch tán là vô hướng nên về nguyên tắc lượng bức xạ này truyền qua kính có thể được xác định bằng cách tích phân dòng bức xạ theo tất cả các góc tới. Tuy nhiên do sự phân bố góc của bức xạ khuếch tán nói chung không thể xác định được nên khó xác định biểu thức tích phân này. Nếu bức xạ khuếch tán đến không phụ thuộc góc tới thì có thể tính toán đơn giản hóa bằng cách định nghĩa một góc tương đương đối với bức xạ có cùng hệ số truyền qua như tán xạ. Đối với một khoảng khá rộng các điều kiện tính toán thì góc tương đương này là 600. Nói cách

khác, trực xạ với góc tới 600 có cùng hệ số truyền qua như bức xạ khuếch tán đẳng hướng.

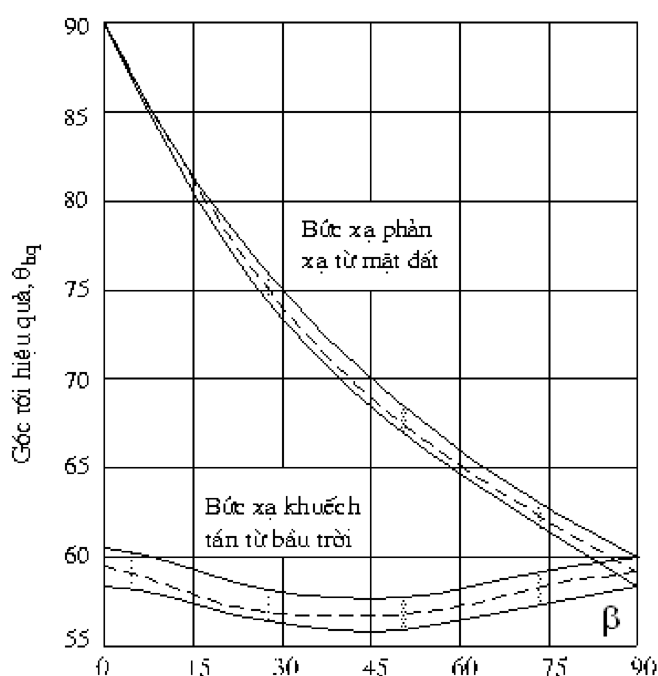
Hình 2.12 là quan hệ giữa góc tới hiệu quả của bức xạ tán xạ đẳng hướng và bức xạ phản xạ từ mặt đất với các góc nghiêng khác nhau của bộ thu. Có thể xác định gần đúng quan hệ này bằng biểu thức toán học sau:

- Đối với bức xạ phản xạ từ mặt đất:

hq = 90 - 0,5788  + 0,002693 2

- Đối với bức xạ khuếch tán:

hq = 59,7 - 0,1388  + 0,001497 2



Hình 2.12. Góc tới hiệu quả của tán xạ đẳng hướng và bức xạ phản xạ từ mặt đất trên mặt phẳng nghiêng.

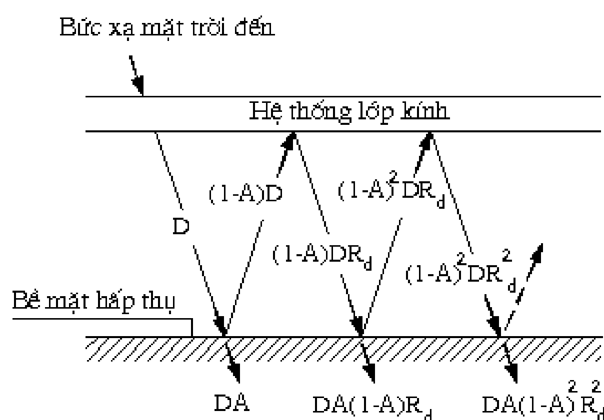
**Tích số của hệ số truyền qua và hệ số hấp thụ (DA)**

Tích số DA của hệ số truyền qua và hệ số hấp thụ được xem như ký hiệu biểu diễn tính chất của một tổ hợp bộ thu và kính (DA). Trong số bức xạ xuyên qua kính

và tới bề mặt bộ thu, một phần lại bị phản xạ trở lại hệ thống kính. Tuy nhiên, không phải tất cả lượng bức xạ này bị mất đi mà một phần lớn trong số đó lại được phản xạ trở lại bộ thu nhờ hiệu ứng lồng kính (như biểu diễn trong hình 2.13), trong đó D là hệ số truyền qua của hệ thống kính và A là hệ số hấp thụ của bề mặt bộ thu.

Như vậy trong số năng lượng tới, DA là phần sẽ được bộ thu hấp thụ, còn

(1-A)D là phần bị phản xạ trở lại hệ thống kính che. Sự phản xạ này được giả thiết là khuếch tán và như vậy phần năng lượng (1- A)D tới tấm phủ là bức xạ khuếch tán và (1- A).D.Rd là phần được phản xạ trở lại bề mặt bộ thu.




Hình 2.13. Quá trình hấp thụ bức xạ mặt trời của bộ thu kiểu lồng kính

Đại lượng Rd là hệ số phản xạ của hệ thống kính đối với bức xạ khuếch tán từ bề mặt bộ thu và có thể xác định từ phương trình Rd = Da (1-Dr) = Da - D như độ chênh lệch giữa Da và D ở góc tới 600. Nếu hệ thống kính gồm 2 lớp (hay nhiều lớp) thì Rd sẽ hơi khác so với độ phản xạ khuếch tán của bức xạ tới. Sự phản xạ nhiều lần đối với bức xạ khuếch tán sẽ tiếp tục để cho phần năng lượng tới được hấp thụ có trị số:

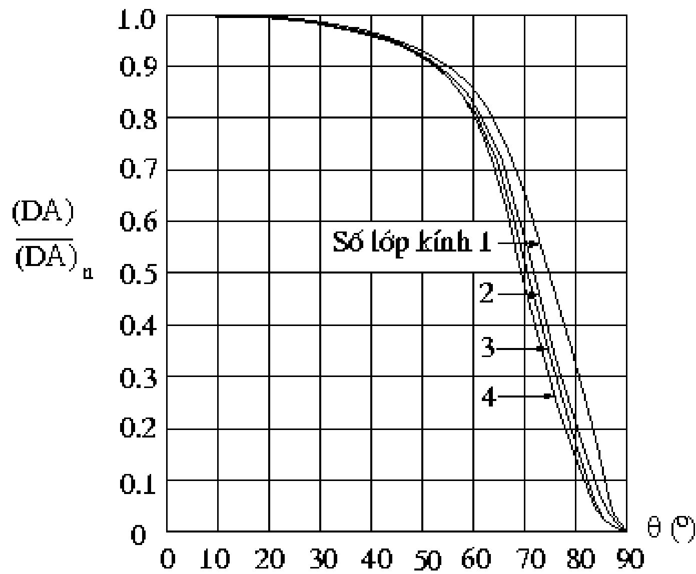
$$\mathrm{DA} = \mathrm{DA} \sum_{n=0}^{\infty} \left[ 1 - A\, R_d \right]^n = \frac{\mathrm{DA}}{1 - 1 - A\, R_d}$$

Nói khác đi, sẽ có (DA) phần năng lượng bức xạ truyền tới được bề mặt hấp thụ bộ thu.

Trong thực tế A khá lớn và Rd khá nhỏ nên một cách gần đúng người ta thường xác định:

(DA) = 1,01 . D . A

Do D và A phụ thuộc góc tới   nên đương nhiên tích số (DA) cũng phụ thuộc góc tới  . Để xác định quan hệ giữa (DA) và   có thể sử dụng đồ thị ở hình 2.14, trong đó (DA)n là tích số (DA) ứng với trường hợp tia tới vuông góc với bề mặt bộ thu (  = 0).




Hõnh 2.14. Đường cong (DA)/(DA)$_n$ của bộ thu cú 1,2,3,4 lớp kớnh.

**Tổng bức xạ mặt trời hấp thụ được của bộ thu**

Năng lượng bức xạ mặt trời được bộ thu hấp thụ gồm 3 thành phần chính: trực xạ, tán xạ, phản xạ của mặt đất. Với bộ thu đặt nghiêng một góc   ta có tổng bức xạ mặt trời hấp thụ của bộ thu như sau:

$$S = E_b B_b \text{ DA }_b + E_d \text{ DA }_d \frac{1+\cos\beta}{2} + R_d E_b + E_d \text{ DA }_g \frac{1-\cos\beta}{2}$$

Eb, Ed là cường độ bức xạ trực xạ và tán xạ,

Bb là tỷ số giữa bức xạ trực xạ lên mặt phẳng nghiêng và lên mặt phẳng nằm ngang,

(1+cos  )/2 và (1-cos  )/2 là hệ số góc của bộ thu đối với tương ứng bầu trời và mặt đất,

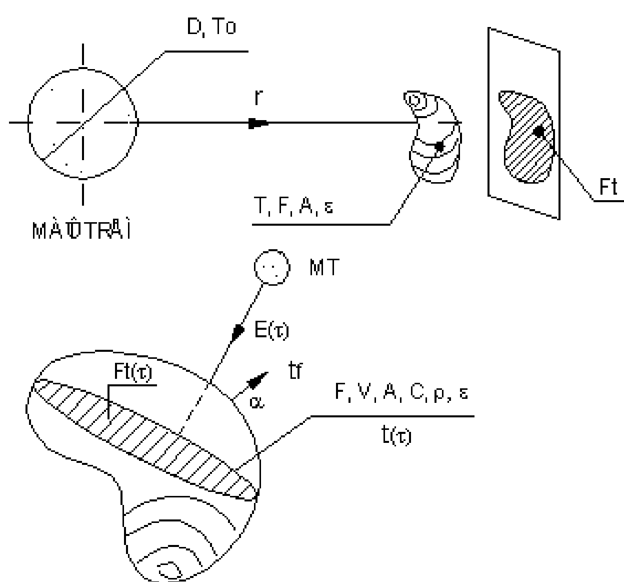
(DA)b, (DA)d, (DA)g là tích số hệ số truyền qua và hệ số hấp thụ tương ứng đối với trực xạ, tán xạ và phản xạ từ mặt đất.

## Cân bằng nhiệt và nhiệt độ cân bằng của vật thu bức xạ mặt trời

Nhiệt độ cân bằng của vật thu bức xạ mặt trời là nhiệt độ ổn định trên bề mặt vật, khi có sự cân bằng giữa công suất bức xạ vật hấp thụ được và công suất nhiệt phát từ vật ra môi trường.

Nhiệt độ cân bằng chính là nhiệt độ lớn nhất mà vật có thể đạt tới sau thời gian thu bức xạ mặt trời đã lâu, khi U của vật = 0.

Nhiệt độ cân bằng của vật thu bức xạ mặt trời là nhiệt độ ổn định trên bề mặt vật, khi có sự cân bằng giữa công suất bức xạ vật hấp thụ dược và công suất nhiệt phát từ vật ra môi trường.




Hình 2.15. Xác định T và t (τ)

Ta sẽ lập công thức tính nhiệt độ cân bằng T của vật V có diện tích xung quanh F, hệ số hấp thụ A, hệ số bức xạ đặt trong chân không cách mặt trời một khoảng r có diện tích hứng nắng Ft, là hình chiếu của F lên mặt phẳng vuông góc tia nắng, hay chính là diện tích "cái bóng" của V. Phương trình cân bằng nhiệt cho V có dạng:

Công suất do V hấp thụ = Công suất phát bức xạ từ V.

Hay: A.Et.Ft = E.F  A.  0.T04(D/2r)2.Ft =  .  0.T04 F . Suy ra:

T(r, Ft, F, A,  ) = $T_0\ \frac{D}{2r}^{\frac{1}{2}}\ \frac{AF_t}{\varepsilon F}^{\frac{1}{4}}$, [K]

Nếu V là vật xám, có A =  , thì T(r, Ft, F) = $T_0\ \frac{D}{2r}^{\frac{1}{2}}\ \frac{F_t}{F}^{\frac{1}{4}}$, [K]

Nếu V là vật xám hình cầu, có Ft/F=1/4, thì T(r) = $\frac{1}{2}T_0\sqrt{\frac{D}{r}}$ , [K]

Nếu vật V có thông số (  , C,  , A, F, V) đặt trong khí quyển nhiệt độ tf, toả nhiệt phức hợp hệ số  , thì phương trình cân bằng nhiệt trong thời gian d  cho V la :

QA = dU +  Q  hay A.En.sin(  .  ).Ft(  ).d  =  .V.C.dt +  .F.(t - tf) .d

có dạng $\frac{dt}{d\tau} + t\frac{\alpha F}{\rho VC} = \frac{AE_m}{\rho VC}F_t(\tau)\sin(\omega\tau)$

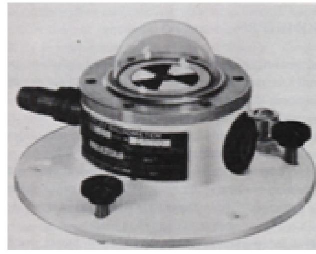
Khi biết luật thay đổi diện tích thu năng Ft(  ), có thể giải phương trình vi phân với điều kiện đầu t(  = 0) = tf để tìm hàm biến đổi t(  ) của nhiệt độ vật theo thời gian.

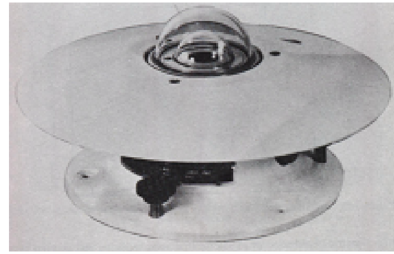
## Đo cường độ bức xạ mặt trời.

Ngoài phương pháp xác định cường độ bức xạ mặt trời tại một điểm bất kỳ dựa trên vị trí địa lý (độ cao mặt trời trời) như trên, trong thực tế người ta đã chế tạo các dụng cụ đo cường độ bức xạ mặt trời (pyrheliometer, actinometer - đo bức trực xạ, và pyranometer, Solarimeter- đo tổng xạ ).



Trực xạ kế - Pyrheliometer





Nhật xạ kế - Pyranometer



Đầu đo - Sensor

Thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời
Giới thiệu các thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời

# THIẾT BỊ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

## Tổng quan về thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời

Năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng mà con người biết sử dụng từ rất sớm, nhưng ứng dụng NLMT vào các công nghệ sản xuất và trên quy mô rộng thì mới chỉ thực sự vào cuối thế kỷ 18 và cũng chủ yếu ở những nước nhiều năng lượng mặt trời, những vùng sa mạc. Từ sau các cuộc khủng hoảng năng lượng thế giới năm 1968 và 1973, NLMT càng được đặc biệt quan tâm. Các nước công nghiệp phát triển đã đi tiên phong trong việc nghiên cứu ứng dụng NLMT. Các ứng dụng NLMT phổ biến hiện nay bao gồm các lĩnh vực chủ yếu sau:

**Pin mặt trời**



Hỡnh 3.1 Hệ thống pin mặt trời

Pin mặt trời là phương pháp sản xuất điện trực tiếp từ NLMT qua thiết bị biến đổi quang điện. Pin mặt trời có ưu điểm là gọn nhẹ có thể lắp bất kỳ ở đâu có ánh sáng mặt trời, đặc biệt là trong lĩnh vực tàu vũ trụ. Ứng dụng NLMT dưới dạng này được phát triển với tốc độ rất nhanh, nhất là ở các nước phát triển. Ngày nay con người đã ứng dụng pin NLMT để chạy xe thay thế dần nguồn năng lượng truyền thống.

Tuy nhiên giá thành thiết bị pin mặt trời còn khá cao, trung bình hiện nay khoảng 5USD/WP, nên ở những nước đang phát triển pin mặt trời hiện mới chỉ có khả năng duy nhất là cung cấp năng lượng điện sử dụng cho các vùng sâu, xa nơi mà đường điện quốc gia chưa có.

Ở Việt Nam, với sự hỗ trợ của một số tổ chức quốc tế đã thực hiện thành công việc xây dựng các trạm pin mặt trời có công suất khác nhau phục vụ nhu cầu sinh hoạt và văn hoá của các địa phương vùng sâu, vùng xa, nhất là đồng bằng sông Cửu Long và Tây Nguyên. Tuy nhiên hiện nay pin mặt trời vẫn đang còn là món hàng xa xỉ đối với các nước nghèo như chúng ta.

**Nhà máy nhiệt điện sử dụng năng lượng mặt trời**



Hình 3.2. Nhà máy điện mặt trời

Điện năng còn có thể tạo ra từ NLMT dựa trên nguyên tắc tạo nhiệt độ cao bằng một hệ thống gương phản chiếu và hội tụ để gia nhiệt cho môi chất làm việc truyền động cho máy phát điện.

Hiện nay trong các nhà máy nhiệt điện sử dụng NLMT có các loại hệ thống bộ thu chủ yếu sau đây:

Hệ thống dùng parabol trụ để tập trung tia bức xạ mặt trời vào một ống môi chất đặt dọc theo đường hội tụ của bộ thu, nhiệt độ có thể đạt tới 400oC.

Hệ thống nhận nhiệt trung tâm bằng cách sử dụng các gương phản xạ có định vị theo phương mặt trời để tập trung NLMT đến bộ thu đặt trên đỉnh tháp cao, nhiệt độ có thể đạt tới trên 1500oC.



Hỗnh 3.3 Tháp năng lượng Mặt trờiHệ thống sử dụng gương parabol tròn xoay định vị theo phương mặt trời để tập trung NLMT vào một bộ thu đặt ở tiêu điểm của gương, nhiệt độ có thể đạt trên 1500oC.

Hiện nay người ta còn dùng năng lượng mặt trời để phát điện theo kiểu " tháp năng lượng mặt trời - Solar power tower ". Australia đang tiến hành dự án xây dựng một tháp năng lượng mặt trời cao 1km với 32 tuốc bin khí có tổng công suất 200 MW. Dự tính rằng đến năm 2006 tháp năng lượng mặt trời này sẽ cung cấp điện mỗi năm 650GWh cho 200.000 hộ gia đình ở miền tây nam New South Wales - Australia, và sẽ giảm được 700.000 tấn khí gây hiệu ứng nhà kính trong mỗi năm.

**Hình 3. 4. Thiết bị sấy NLMTThiết bị sấy khô dùng năng lượng mặt trời**

Hiện nay NLMT được ứng dụng khá phổ biến trong lĩnh nông nghiệp để sấy các sản phẩm như ngũ cốc, thực phẩm ... nhằm giảm tỷ lệ hao hụt và tăng chất lượng sản phẩm. Ngoài mục đích để sấy các loại nông sản, NLMT còn được dùng để sấy các loại vật liệu như gỗ.

**Bếp nấu dùng năng lượng mặt trời**

Bếp năng lượng mặt trời được ứng dụng rất rộng rãi ở các nước nhiều NLMT như các nước ở Châu Phi.



Hình 3.5. Triển khai bếp nấu cơm bằng NLMT. Ở Việt Nam việc bếp năng lượng mặt trời cũng đã được sử dụng khá phổ biến. Năm 2000, Trung tâm Nghiên cứu thiết bị áp lực và năng lượng mới - Đại học Đà Nẵng đã phối hợp với các tổ chức từ thiện Hà Lan triển khai dự án (30 000 USD) đưa bếp năng lượng mặt trời - bếp tiện lợi (BTL) vào sử dụng ở các vùng nông thôn của tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, dự án đã phát triển rất tốt và ngày càng được đông đảo nhân dân ủng hộ. Trong năm 2002, Trung tâm dự kiến sẽ đưa 750 BTL vào sử dụng ở các xã huyện Núi Thành và triển khai ứng dụng ở các khu ngư dân ven biển để họ có thể nấu nước, cơm và thức ăn khi ra khơi bằng NLMT .

**Thiết bị chưng cất nước dùng NLMT**



Hình 3.6. Thiết bị chưng cất nước dùng NLMTThiết bị chưng cất nước thường có 2 loại: loại nắp kính phẳng có chi phí cao (khoảng 23 USD/m2), tuổi thọ khoảng 30 năm, và loại nắp plastic có chi phí rẻ hơn nhưng hiệu quả chưng cất kém hơn.

Ở Việt Nam đã có đề tài nghiên cứu triển khai ứng dụng thiết bị chưng cất nước NLMT dùng để chưng cất nước ngọt từ nước biển và cung cấp nước sạch dùng cho sinh hoạt ở những vùng có nguồn nước ô nhiễm với thiết bị chưng cất nước NLMT có gương phản xạ đạt được hiệu suất cao tại khoa Công nghệ Nhiệt Điện lạnh-Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng.

**Động cơ Stirling chạy bằng NLMT**



Hình 3.7 Động cơ Stirling dùng NNLMTỨng dụng NLMT để chạy các động cơ nhiệt - động cơ Stirling ngày càng được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi dùng để bơm nước sinh hoạt hay tưới cây ở các nông trại. Ở Việt Nam động cơ Stirling chạy bằng NLMT cũng đã được nghiên cứu chế tạo để triển khai ứng dụng vào thực tế. Như động cơ Stirling, bơm nước dùng năng lượng mặt trời.




Hình 3.8. Bơm nước chạy bằng NLMT

**Thiết bị đun nước nóng bằng NLMT**

Hình 3.9 Hệ thống cung cấp nước nóng dùng NLMT

[missing_resource: .jpg]

[missing_resource: .jpg]

Ứng dụng đơn giản, phổ biến và hiệu quả nhất hiện nay của NLMT là dùng để đun nước nóng. Các hệ thống nước nóng dùng NLMT đã được dùng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới.

Ở Việt Nam hệ thống cung cấp nước nóng bằng NLMT đã và đang được ứng dụng rộng rãi ở Hà Nội, Thành phố HCM và Đà Nẵng (hình 1.2). Các hệ thống này đã tiết kiệm cho người sử dụng một lượng đáng kể về năng lượng, góp phần rất lớn trong việc thực hiện chương trình tiết kiệm năng lượng của nước ta và bảo vệ môi trường chung của nhân loại.

[missing_resource: .jpg]

[missing_resource: .jpg]

[missing_resource: .jpg]

Hệ thống cung cấp nước nóng dùng NLMT hiện nay ở Việt nam cũng như trên thế giới chủ yếu dùng bộ thu cố định kiểu tấm phẳng hoặc dãy ống có cánh nhận nhiệt, với nhiệt độ nước sử dụng 60oC thì hiệu suất của bộ thu khoảng 45%, còn nếu sử dụng ở nhiệt độ cao hơn thì hiệu suất còn thấp.

**Thiết bị làm lạnh và điều hoà không khí dùng NLMT**



Hình 3.10. Tủ lạnh dùng pin mặt trời Trong số những ứng dụng của NLMT thì làm lạnh và điều hoà không khí là ứng dụng hấp dẫn nhất vì nơi nào khí hậu nóng nhất thì nơi đó có nhu cầu về làm lạnh lớn nhất, đặc biệt là ở những vùng xa xôi héo lánh thuộc các nước đang phát triển không có lưới điện quốc gia và giá nhiên liệu quá đắt so với thu nhập trung bình của người dân. Với các máy lạnh làm việc trên nguyên lý biến đổi NLMT thành điện năng nhờ pin mặt trời (photovoltaic) là thuận tiện nhất, nhưng trong giai đoạn hiện nay giá thành pin mặt trời còn quá cao. Ngoài ra các hệ thống lạnh còn được sử dụng NLMT dưới dạng nhiệt năng để chạy máy lạnh hấp thụ, loại thiết bị này ngày càng được ứng dụng nhiều trong thực tế, tuy nhiên hiện nay các hệ thống này vẫn chưa được thương mại hóa và sử dụng rộng rãi vì giá thành còn rất cao và hơn nữa các bộ thu dùng trong các hệ thống này chủ yếu là bộ thu phẳng với hiệu suất còn thấp (dưới 45%) nên diện tích lắp đặt bộ thu cần rất lớn chưa phù hợp với yêu cầu thực tế. Ở Việt Nam cũng đã có một số nhà khoa học nghiên cứu tối ưu hoá bộ thu năng lượng mặt trời kiểu hộp phẳng mỏng cố định có gương phản xạ để ứng dụng trong kỹ thuật lạnh, với loại bộ thu này có thể tạo được nhiệt độ cao để cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ, nhưng diện tích mặt bằng cần lắp đặt hệ thống cần phải rộng.

## Hình 3.11 Hệ thống lạnh hấp thụ dùng NLMTHướng nghiên cứu về thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời

Trong thời đại khoa học kỹ thuật phát triển, nhu cầu về năng lượng ngày càng tăng. Trong khi đó các nguồn nhiên liệu dự trữ như than đá, dầu mỏ, khí thiên nhiên và ngay cả thủy điện thì có hạn khiến cho nhân loại đứng trước nguy cơ thiếu hụt năng lượng. Việc tìm kiếm và khai thác các nguồn năng lượng mới như năng lượng hạt nhân, năng lượng địa nhiệt, năng lượng gió và năng lượng mặt trời là một trong những hướng quan trọng trong kế hoạch phát triển năng lượng, không những đối với những nước phát triển mà ngay cả với những nước đang phát triển.

Năng lượng mặt trời (NLMT)- nguồn năng lượng sạch và tiềm tàng nhất - đang được loài người thực sự đặc biệt quan tâm. Do đó việc nghiên cứu nâng cao hiệu quả các thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời và triển khai ứng dụng chúng vào thực tế là vấn đề có tính thời sự.

Việt Nam là nước có tiềm năng về NLMT, trải dài từ vĩ độ 8” Bắc đến 23” Bắc, nằm trong khu vực có cường độ bức xạ mặt trời tương đối cao, với trị số tổng xạ khá lớn từ 100-175 kcal/cm2.năm (4,2 -7,3GJ/m2.năm) do đó việc sử dụng NLMT ở nước ta sẽ đem lại hiệu quả kinh tế lớn. Thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời ở Việt Nam hiện nay chủ yếu là hệ thống cung cấp điện dùng pin mặt trời, hệ thống nấu cơm có gương phản xạ và đặc biệt là hệ thống cung cấp nước nóng kiểu tấm phẳng hay kiểu ống có cánh nhận nhiệt. Nhưng nhìn chung các thiết bị này giá thành còn cao, hiệu suất còn thấp nên chưa được người dân sử dụng rộng rãi. Hơn nữa, do đặc điểm phân tán và sự phụ thuộc vào các mùa trong năm của NLMT, ví dụ: mùa đông thì cần nước nóng nhưng NLMT ít, còn mùa hè không cần nước nóng thì nhiều NLMT do đó các thiết bị sử dụng NLMT chưa có tính thuyết phục. Sự mâu thuẫn đó đòi hỏi chúng ta cần chuyển hướng nghiên cứu dùng NLMT vào các mục đích khác thiết thực hơn như: chưng cất nước dùng NLMT, dùng NLMT chạy các động cơ nhiệt (động cơ Stirling), nghiên cứu hệ thống điều hòa không khí dùng NLMT... Hệ thống lạnh hấp thụ sử dụng NLMT là một đề tài hấp dẫn có tính thời sự đã và đang được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu, nhưng vấn đề sử dụng bộ thu NLMT nào cho hiệu quả và

thực tế nhất thì vẫn còn là một đề tài cần phải nghiên cứu, vì với các bộ thu kiểu tấm phẳng hiện nay nếu sử dụng ở nhiệt độ cao 80   100oC thì hiệu suất rất thấp (<45%) do đó cần có một mặt bằng rất lớn để lắp đặt bộ thu cho một hệ thống điều hòa không khí bình thường.

Vấn đề sử dụng NLMT đã được các nhà khoa học trên thế giới và trong nước quan tâm. Mặc dù tiềm năng của NLMT rất lớn, nhưng tỷ trọng năng lượng được sản xuất từ NLMT trong tổng năng lượng tiêu thụ của thế giới vẫn còn khiêm tốn. Nguyên nhân chính chưa thể thương mại hóa các thiết bị và công nghệ sử dụng NLMT là do còn tồn tại một số hạn chế lớn chưa được giải quyết :

- Giá thành thiết bị còn cao: vì hầu hết các nước đang phát triển và kém phát triển là những nước có tiềm năng rất lớn về NLMT nhưng để nghiên cứu và ứng dụng NLMT lại đòi hỏi vốn đầu tư rất lớn, nhất là để nghiên cứu các thiết bị làm lạnh và điều hòa không khí bằng NLMT cần chi phí quá cao so với thu nhập của người dân ở các nước nghèo.

- Hiệu suất thiết bị còn thấp: nhất là các bộ thu năng lượng mặt trời dùng để cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thu cần nhiệt độ cao trên 850C thì các bộ thu phẳng đặt cố định bình thường có hiệu suất rất thấp, do đó thiết bị lắp đặt còn cồng kềnh chưa phù hợp với nhu cầu lắp đặt và về mặt thẩm mỹ. Các bộ thu có gương parabolic hay máng parabolic trụ phản xạ bình thường thì thu được nhiệt độ cao nhưng vấn đề định vị hướng hứng nắng theo phương mặt trời rất phức tạp nên không thuận lợi cho việc vận hành.

- Việc triển khai ứng dụng thực tế còn hạn chế: về mặt lý thuyết, NLMT là một nguồn năng lượng sạch, rẻ tiền và tiềm tàng, nếu sử dụng nó hợp lý sẽ mang lại lợi ích kinh tế và môi trường rất lớn. Việc nghiên cứu về lý thuyết đã tương đối hoàn chỉnh. Song trong điều kiện thực tiễn, các thiết bị sử dụng NLMT lại có quá trình làm việc không ổn định và không liên tục, hoàn toàn biến động theo thời tiết, vì vậy rất khó ứng dụng ở quy mô công nghiệp. Đặc biệt là trong kỹ thuật lạnh và điều tiết không khí, vấn đề nghiên cứu đưa ra bộ thu năng lượng mặt trời để cấp nhiệt cho chu trình máy lạnh hấp thụ đã và đang được nhiều nhà khoa học quan

tâm nhằm đưa ra bộ thu hoàn thiện và phù hợp nhất để có thể triển khai ứng dụng rộng rãi vào thực tế.

Tính toán thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời

# TÍNH TOÁN THIẾT BỊ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

## Bếp năng lượng mặt trời

### Cấu tạo bếp NLMT

[missing_resource: graphics1.wmf]

Hình 4.1. Cấu tạo bếp nấu NLMT

1- Hộp ngoài 2 - Mặt phản xạ

3- Nồi 4- Nắp kính trong

5- Gương phẳng phản xạ

6- Bông thủy tinh 7- Đế đặt nồi

Bếp NLMT được thiết kế như hình vẽ, hộp ngoài của bếp được làm bằng khung gỗ hình khối hộp chữ nhật bên ngoài đóng 1 lớp ván ép, phía trong là mặt nhôm được đánh bóng để phản xạ, biên dạng của mặt phản xạ được thiết kế là mặt kết hợp của các parabol tròn xoay (hình 4.1) sao cho nồi nấu có thể nhận được chùm tia trực xạ của ánh sáng mặt trời và chùm phản xạ từ gương phẳng khi đặt cố định, gương phản xạ có thể gấp lại khi không dùng, giữa mặt phản xạ và hộp ngoài là lớp bông thủy tinh cách nhiệt, phía trên bếp có một nắp kính nhằm cách nhiệt và tạo hiệu ứng lồng kính.

### Tính toán thiết kế bếp

Hình 4.2. Kích thước của bếp

Bếp gồm mặt kính nhận nhiệt có đường kính d2, hệ số truyền qua D, gương phản xạ có hệ số phản xạ Rg, mặt phản xạ parabol có hệ số phản xạ Rp, nồi nấu làm bằng Inox sơn đen có hệ số hấp thụ  , đường kính d1, chiều dày  o, khối lượng riêng  o, nhiệt dung riêng C, chiều cao h, chứa đầy nước có nhiệt dung riêng Cp , khối lượng riêng  n . Do mặt phẳng qũy đạo của mặt trời tại Đà Nẵng và Quảng Nam nghiêng một góc khoảng 20o so với mặt thẳng đứng nên tính toán cho góc tới   = 70o. Cường độ bức xạ mặt trời lấy trung bình lúc nấu (11h-12h) ở tỉnh Quảng Nam là E = 940W/m2.

Trong khoảng thời gian bếp sẽ thu từ mặt trời 1 lượng nhiệt bằng Q1:

Q1 = .E.sin .F. , [J].

trong đó F = [D.F1 + Rg.D.F1 + Rp.D.F2 + Rp.Rg.D.F2]

F1 $\frac{\pi d_{1^2}}{4}$ , F2 = $\frac{\pi d_{2^2}}{4}$ - F1 ,

Lượng nhiệt nhận được của bộ thu Q1 dùng để:

- Làm tăng nội năng của nồi U = mo.C.(ts - to)

- Làm tăng entanpy nước Im = mn.CP(ts - to)

- Tổn thất ra môi trường xung quanh Q2

trong đó m = d1.h. o. o + 2. o. o. $\frac{\pi d_{1^2}}{4}$ [kg], m = $\frac{\pi d_{1^2}}{4}$.h. n [kg],

Do nồi được đặt trên đế có diện tích tiếp xúc nhỏ và có vỏ bọc cách nhiệt bên ngoài nên có thể xem Q2 0.

Vậy ta có phương trình cân bằng nhiệt cho bếp:

Q1 = mo.C.(ts - to) + mn.CP(ts - to)

Hay: .E.sin . F. =( d1.h. o. o + 2. o. o. $\frac{\pi d_{1^2}}{4}$) C.(ts - to) + $\frac{\pi d_{1^2}}{4}$.h. n CP(ts - to)

Thay các giá trị : E = 940 W/m2 , = 0,9 , =70o , D = 0,9, Rg =0,9 , Rp = 0,9,

o =0,001m, o =7850kg/m3, ts = 100oC, to = 25oC, C = 460 J/kgđộ,

n = 1000kg/m3 , Cp = 4200J/kgđộ , d1 = 0,25m, h= 0,2m , tính được

m =1,75kg mn=9,8kg

=> F. = 3884 hay (1,22d22 +0,08) . = 3884

Quan hệ giữa đường kính mặt nhận nhiệt d2 và thời gian : d2( ) được biểu diễn trên hình 3.3.

[missing_resource: graphics3.wmf]

Hình 4.3. Đồ thị quan hệ d2( )Từ quan hệ này có thể tính được đường kính mặt thu theo thời gian yêu cầu.

Ví dụ:

nếu   = 1h =3600s thì ta có d2 = 0,8m, tức là nếu d2 = 0,8m thì ta có thể đun sôi 9,8 kg nước trong thời gian 1h. Trong thực tế đã chế tạo bếp nấu có kích thước như trên và đã đun sôi 9 lít nước sau 55 phút. Phương pháp tính toán trên đã được áp dụng để thiết kế, chế tạo các loại bếp với nồi nấu có dung tích từ 2 đến 10 lít để triển khai ứng dụng vào thực tế.

## Bộ thu năng lượng mặt trời để cấp nước nóng

### Bộ thu phẳng

#### Cấu tạo và phân loại bộ thu phẳng

[missing_resource: graphics4.wmf]

Hình 4.4. Cấu tạo Collectorhấp thụ nhiệt1- Lớp cách nhiệt,

1. Lớp đệm tấm phủ trong suốt,

3- Tấm phủ trong suốt, 4 - Đường nước nóng ra, 5 - Bề mặt hấp thụ nhiệt,

1. Lớp tôn bọc,
2. Đường nước lạnh vào,

8- Khung đở Collector

Không thể có một kiểu Collector nào mà hoàn hảo về mọi mặt và thích hợp cho mọi điều kiện, tuy nhiên tùy theo từng điều kiện cụ thể chúng ta có thể tạo cho mình một loại Collector hợp lý nhất. Trong các bộ phận cấu tạo nên Colletor, bộ phận quan trọng nhất và có ảnh hưởng lớn đến hiệu qủa sử dụng của Collector là bề mặt hấp thụ nhiệt. Sau đây là một số so sánh cho việc thiết kế và chế tạo bề mặt hấp thụ nhiệt của Collector mà thỏa mãn một số chỉ tiêu như: giá thành, hiệu quả hấp thụ và mức độ thuận tiện trong việc chế tạo.

Sau đây là 3 mẫu Collector có bề mặt hấp thụ nhiệt đơn giản, hiệu quả hấp thụ cao có thể chế tạo dễ dàng ở điều kiện Việt nam.

[missing_resource: graphics5.wmf]

Hình 4.5. Bề mặt hấp thụ nhiệt dạng ống hình rắn gắn trên tấm hấp thụ

[missing_resource: graphics6.wmf]

Hình 4.6. Dải tấm hấp thụ được đan xen vào bề mặt hấp thụ dạng dãy ống
[missing_resource: graphics7.wmf]

Hình 4.7. Bề mặt hấp thụ dạng tấm

Sau khi thiết kế chế tạo, đo đạc tính tóan và kiểm tra so sánh ta thu được bảng tổng kết sau:

| Loại bề mặthấp thụ | Dạng ống hình rắn | Dạng dãy ống | Dạng dãy ống | Dạng tấm |
|---|---|---|---|---|
| Cách gắn vớitấm hấp thụ | Đan xenvào nhau | Dùng vòng dây kim loại | Đan xenvào nhau | Hàn đính |
| Hiệu suấthấp thụ nhiệt | Giảm 10% | Giảm 10% | Chuẩn | Bằng chuẩn |
| Giá của vật liệuvà năng lượng ctạo | Giảm 4% | Tăng 2% | Chuẩn | Tăng 4% |
| Thời gian cần gia công chế tạo | Giảm 20% | Giảm 10% | Chuẩn | Tăng 50% |

Từ các kết quả kiểm tra và so sánh ở trên ta có thể rút ra một số kết luận như sau:

1. Loại bề mặt hấp thụ dạng dãy ống có kết quả thích hợp nhất về hiệu suất hấp thụ nhiệt , giá thành cũng như công và năng lượng cần thiết cho việc chế tạo. Tuy nhiên nếu trong trường hợp không có điều kiện để chế tạo thì chúng ta có thể chọn loại bề mặt hấp thụ dạng hình rắn. Bề mặt hấp thụ dạng tấm cũng có kết quả tốt như loại dạng dãy ống nhưng đòi hỏi nhiều công và khó chế tạo hơn.
2. Tấm hấp thụ được gắn vào ống hấp thụ bằng cách đan xen từng dải nhỏ là có hiệu quả nhất. Ngoài ra tấm hấp thụ có thể gắn vào ống hấp thụ bằng phương pháp hàn,

với phương pháp này thì hiệu quả hấp thụ cao hơn nhưng mất nhiều thời gian và giá thành cao hơn.

**Tính toán bộ thu phẳng**

Khảo sát panel mặt trời với hộp thu kích thước axbx , khối lượng mo, nhiệt dung riêng Co được làm bằng thép dày t, bên trong gồm chất lỏng tĩnh có khối lượng m, và lưu lượng G[kg/s] chảy liên tục qua hộp. Xung quanh hộp thu bọc 1 lớp cách nhiệt, tỏa nhiệt ra không khí với hệ số . Phía trên mặt thu F1= ab với độ đen là 1 lớp không khí và 1 tấm kính có độ trong D. Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp này là c, k , K và c, k, K.

Cường độ bức xạ mặt trời tới mặt kính tại thời điểm là E( ) = Ensin ( , với ( ) = là góc nghiêng của tia nắng với mặt kính, = 2 / n và n = 24 x 3600s là tốc độ góc và chu kỳ tự quay của trái đất, En là cường độ bức xạ cực đại trong ngày, lấy bằng trị trung bình trong năm tại vĩ độ đang xét. Lúc mặt trời mọc = 0, nhiệt độ đầu của panel và chất lỏng bằng nhiệt độ to của không khí ngoài trời.

Cần tìm hàm phân bố nhiệt độ chất lỏng trong panel theo thời gian và tất cả các thông số đã cho: t = t ( , ab t, mo.Co, m.Cp, D F1 , G, c, k , K, c, k, K , , to , , En ).

Các giả thiết khi nghiên cứu:

- Panel được đặt cố định trong mỗi ngày, sao cho mặt thu F1 vuông góc với mặt

phẳng quỹ đạo trái đất.

- Tại mỗi thời điểm , coi nhiệt độ chất lỏng và hộp thu đồng nhất, bằng t( ).

Lập phương trình vi phân cân bằng nhiệt cho hộp thu:

Khi panel đặt cố định (tĩnh). Xét cân bằng nhiệt cho hệ gồm chất lỏng và hộp kim loại, trong khoảng thời gian d kể từ thời điểm .

Mặt F1 hấp thụ từ mặt trời 1 lượng nhiệt bằng:

Q1 = 1DEnsin . F1.sin .d , [J].

[missing_resource: .wmf]

Hình 4.8. Mô hình tính toán bộ thu phẳng

Lượng nhiệt Q1 được phân ra các thành phần để:

- Làm tăng nội năng vỏ hộp dU = mo.Codt,

- Làm tăng entanpy lượng nước tĩnh dIm = m.Cpdt ,

- Làm tăng entanpy dòng nước dIG = Gd  Cp (t - to) ,

- Truyền nhiệt ra không khí ngoài trời qua đáy F3 = ab và các mặt bên

F2 = 2 (a+b) với hệ số truyền nhiệt k3 = k2 = $\left(\frac{\delta_c}{\lambda_c}+\frac{1}{\alpha}\right)^{-1}$, qua mặt thu

F1= ab với k1 = $\left(\frac{\delta_k}{\lambda_k}+\frac{\delta_K}{\lambda_K}+\frac{1}{1{,}3\alpha}\right)^{-1}$

Vậy có tổng lượng nhiệt bằng  Q2 = (k1F1 + k2F2 + k3F3) (t - to) d  ;

Do đó, phương trình cân bằng nhiệt:  Q1 = dU + dIm + dIG +  Q2 sẽ có dạng:

 1DEt Ft sin2  ( ) d  = dt  miCi + (GCp +  ki Fi) (t - to) d .

Sau phép đổi biến T( ) = t( ) - to và đặt a = $\frac{\varepsilon \mathrm{DE}_n F_1}{\sum m_i C_i}=\frac{P}{C}$, [K/s],

b = $\frac{\mathrm{GC}_p+\sum k_i F_i}{\sum m_i C_i}=\frac{W}{C}$, [s-1] thì phương trình cân bằng nhiệt cho panel tĩnh là:

T'( ) + bT( ) = a sin2(  ) (4.1)

với điều kiện đầu T(0) = 0 (4.2)

Khi panel động được quay để diện tích hứng nắng luôn bằng F1, thì mặt F1 hấp thụ được:  Q1 =  1DEnsin  . F1.d , [J]. Do đó, tương tự như trên, phương trình cân bằng nhiệt cho panel động có dạng:

T'( ) + bT( ) = a sin(  ) (4.3)

với điều kiện đầu T(0) = 0 (4.4)

Xác định hàm phân bố nhiệt độ:

Hàm nhiệt độ trong panel tĩnh sẽ được tìm ở dạng T( ) = A( ) e-b .

Theo phương trình (3.1) ta có:

A ( ) = a  eb  sin2  .d  = $\frac{a}{2}$  eb  (1- cos2  )d  = $\frac{a}{2\mathrm{b}}$( eb  - I )

với: I =  cos2  .deb  = $\frac{e^{b\tau}}{b}(2\omega\sin 2\omega\tau+b\cos 2\omega\tau)-\left(\frac{2\omega}{b}\right)^2 I$

tức là: I = $\frac{be^{b\tau}}{4ω^2+b^2}$ [2  sin2    + bcos 2   ] + C1

Hằng số C1 được xác định theo điều kiện đầu T(0) = 0 hay A(0) = 0, tức là C1 = $\frac{1}{1+(b/2ω)^2}$ . Do đó, hàm phân bố nhiệt độ chất lỏng trong panel tĩnh có dạng:

T( ) = $\frac{a}{2b}$[1- $\frac{b}{4ω^2+b^2}$(2  sin2    + bcos2   ) - $\frac{e^{-b\tau}}{1+(b/2ω)^2}$] (4.5)

Nếu dùng phép biến đổi (Asinx + Bcosx) = $\sqrt{A^2+B^2}$sin (x + artg $\frac{B}{A}$) thì hàm (3.5) sẽ có dạng:

T( ) = $\frac{a}{2b}$[1- $\frac{b}{\sqrt{b^2+4ω^2}}$sin(2    + artg $\frac{b}{2ω}$ ) - $\frac{e^{-b\tau}}{1+(b/2ω)^2}$] (3.6)

Số hạng cuối của tổng có giá trị nhỏ hơn 1 và giảm rất nhanh, nên khi   >1h có thể bỏ qua.

Hàm nhiệt độ trong panel động là nghiệm của hệ phương trình (4.3), (4.4), được tìm như cách trên, sẽ có dạng:

Tđ( ) = $\frac{a}{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}}$[sin(    + artg $\frac{\omega}{b}$ ) - $\frac{e^{-b\tau}}{\sqrt{1+(b/\omega)^2}}$] (4.7)

Số hạng sau của tổng luôn nhỏ hơn 1 và giảm khá nhanh, nên khi   >2h có thể bỏ qua.

Các hàm phân bố (4.6) và (4.7) sẽ được mô tả ở hình 4.9 và hình 4.10.

Lập công thức tính toán cho panel tĩnh và động:

Sử dụng các hàm phân bố (4.6) và (4.7) dễ dàng lập được các công thức tính các thông số kỹ thuật đặc trưng cho panel tĩnh và động.

Panel tĩnh đạt nhiệt độ cực đại Tm = $\frac{a}{2b}$(1+ $\frac{b}{\sqrt{b^2+4ω^2}}$)

lúc  m =  n( $\frac{3}{8} - \frac{1}{4π}\mathrm{artg}\frac{b}{2ω}$).

Panel động đạt nhiệt độ cực đại Tđm = $\frac{a}{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}}$> Tm

lúc  đm =  n( $\frac{1}{4} + \frac{1}{2π}\mathrm{artg}\frac{\omega}{b}$).

Sau khi tính nhiệt độ trung bình trong 1 ngày nắng cho mỗi panel theo công thức: Tn = $\frac{2}{\tau_n}\int_0^{\tau_n/2} T(\tau)d\tau$,

Và dễ dàng tìm được công suất nhiệt hữu ích trung bình Qn= GCpTn, [W], lượng nhiệt thu được mỗi ngày Q = $\frac{1}{2}\tau_n Q_n$, [J], .v.v.

Hiệu suất nhiệt panel = $\frac{Q_n}{EF_1}$

với $E$= $\frac{2}{\tau_n}\int_0^{\tau_n/2} E_n$sin2π$\frac{\tau}{\tau_n}d\tau = \frac{2}{\pi}E_n$. Các công thức cụ thể cho các loại panel được giới thiệu ở bảng 4.2.

Các số liệu tính toán cho panel 1 m2 tĩnh và động:

Trong bảng 4.1 giới thiệu các số liệu tính toán cho mẫu panel 1m2 với hộp thu kích thước ab = 1 x 1 x 0,01 m3, được làm bằng thép tấm dày t = 0,001m, Co= 460 J/kgK , mặt thu F1 = 1m2 , độ đen = 0,95, lớp không khí dày k = 0,01m, tấm kính dày K = 0,005 m , K = 0,8 W/mK , độ trong D = 0,95, lớp cách nhiệt bông thủy tinh dày C = 0,02 m, C = 0,055W/mK, dòng nước qua panel có G = 0,002 kg/s với nhiệt độ to = 30oC. Cường độ bức xạ cực đại En, lấy trung bình trong năm tại Đà nẵng, ở vĩ độ 16o bắc, là En = $\frac{1}{365}\sum E_{\mathrm{ni}}$= 940 W/m2.

[missing_resource: graphics8.wmf]

Hình 4.9. Hàm nhiệt độ khi tĩnh t( ) và khi động tđ( ) của panel 1m2 có W > WS

Bảng 4.1. Các số liệu tính toán cho panel 1m2

| Thông số tính toán | Công thức tính | Giá trị | Đơn vị |
|---|---|---|---|
| Hệ số tỏa nhiệt ra không khí | = $\frac{\lambda_k}{\Sigma\delta_i}$ C(GrPr)n | 8,5 | W/m2K |
| Hệ số truyền nhiệt lên trên | k1 = $\left(\frac{\delta_k}{\lambda_k}+\frac{\delta_K}{\lambda_K}+\frac{1}{1{,}3\alpha}\right)^{-1}$ | 2,2 | W/m2K |
| Hệ số truyền nhiệt qualớp cách nhiệt | k2 = $\left(\frac{\delta_C}{\lambda_C}+\frac{1}{\alpha}\right)^{-1}$ | 2,1 | W/m2K |
| Khối lượng vỏ hộp thu | m0 = t t (2F1 + 4 ) | 16 | kg |
| Khối lượng nước tĩnh | m = F1 ( - 2 t) | 8 | kg |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Nhiệt dung hộp nước | C = m0Co + mCp | 40752 | J/K |
| Dòng nhiệt dung qua hộp | W = GCP +  ki Fi | 12,7 | W/K |
| Công suất hấp thụ max | P =  D EnF1 | 853,8 | W |
| Tốc độ gia nhiệt max | a = $\frac{P}{C}$ | 0,021 | K/s |
| Tần số dao động riêngcủa panel | b = $\frac{W}{C}$ | 3,13.10-4 | s-1 |
| Tốc độ góc tia nắng | = $\frac{2\pi}{\tau_n}$ | 7,27.10-5 | rad.s-1 |

Bảng 4.2. Công thức chung tính các thông số kỹ thuật đặc trưng và các số liệu cho panel nước nóng 1m2 có W > WS.

| Thông số đặc trưng | Panel tĩnh | | Panel động | |
|---|---|---|---|---|
| | Công thức tính | Số liệu | Công thức tính | Số liệu |
| Độ gianhiệt max | Tm = $\frac{a}{2b}\left(1+\frac{a}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ | 64 oC | Tđm = $\frac{a}{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}}$ | 65,4 oC |
| Nhiệt độ max | tm=to+ $\frac{a}{2b}\left(1+\frac{b}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ | 94 oC | Tđm = to+ $\frac{a}{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}}$ | 95,4 oC |
| Thời điểmđạt | m= n | 6,8h | đm= n | 6,9h |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tm | $\frac{3}{8}-\frac{1}{4\pi}\text{artg}\frac{b}{2\omega}$ | | $\frac{1}{4}+\frac{1}{2\pi}\text{artg}\frac{\omega}{b}$ | |
| Nhiệt độcuối ngày | tc = to + $\frac{2a\omega^2}{b(4\omega^2+b^2)}$ | 36 oC | tđc = to + $\frac{a\omega}{\omega^2+b^2}$ | 45 oC |
| Độ gia nhiệt TB | Tn= $\frac{a}{2b}$ | 34 oC | Tđn= $\frac{a\,\omega^2+2b^2}{\pi b\,\omega^2+b^2}$ | 42 oC |
| Công suất hữu ích TB | Qn= $\frac{a}{2b}$GCp | 280 W | Qđn= GCp $\frac{a\,\omega^2+2b^2}{\pi b\,\omega^2+b^2}$ | 349 W |
| Sản lượng nhiệt 1 ngày | Q = $\frac{a\tau_n}{4b}$GCp | 12MJ | Qđ=GCp $\frac{\tau_n}{2}$ $\frac{a\,\omega^2+2b^2}{\pi b\,\omega^2+b^2}$ | 15MJ |
| Sản lượngnước nóng | M = $\frac{\tau_n}{2}G$, tn = to + Tn | 86kgở 64oC | M = $\frac{\tau_n}{2}G$, tđn = to + Tđn | 86kgở 72oC |
| Hiệu suất nhiệt panel | = $\frac{\pi a GC_p}{4bEnF_1}$ | 46% | = $\frac{GC_p a\,\omega^2+2b^2}{2bEnF_1\,\omega^2+b^2}$ | 58% |

Điều kiện để chất lỏng sôi trong panel:

Để thu được nước sôi có nhiệt độ ts cần có điều kiện tm ts hay Tm ts - to = Ts.

Điều kiện sôi trong panel động là:

Tđm = $\frac{P}{C\sqrt{b^2+\omega^2}}$ Ts hay b = $\frac{W}{C}$ $\sqrt{\frac{P}{CT_s}^{2}-\omega^2}$

Do đó cần chọn C và W sao cho thỏa mãn 2 điều kiện:

C = miCi $\frac{P}{\omega T_s}$ = $\frac{\varepsilon DE_n F_1 \tau_n}{2\pi(t_s-t_o)}$ = CS, [J/K]

W = GCp+ kiFi $\sqrt{\frac{P}{T_s}^{2}-(C\omega)^2}$= $\omega\sqrt{C_S^2-C^2}$ = WSđ , [W/K] Điều kiện thứ 2 sẽ được đáp ứng nếu kiFi < WSđ và chọn G $\frac{1}{C_p}$(WSđ - kiFi).

Điều kiện sôi trong panel tĩnh là:

Tm = $\frac{a}{2b}\left(1+\frac{a}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ TS hay W $\frac{P}{2T_S}\left[1+\frac{1}{\sqrt{1+(2\omega C/W)^2}}\right]$.

Điều kiện này sẽ được đáp ứng nếu chọn:

C < CS ,  kiFi < WS và G < $\frac{1}{C_p}$(WS -  kiFi). = GS,

với WS là nghiệm của phương trình WS = $\frac{P}{2\mathrm{T}_S}\left[1+\frac{1}{\sqrt{1+(2\omega\mathrm{C}/W_S)^2}}\right]$

Với panel 1 m2 đặt tại Đà nẵng, thì CS = 167 kJ/K, WSđ = 11,8 W/K, Ws=11,5W/K,

GS = $\frac{1}{C_p}$(WS -  kiFi) = 0,0017 kg/s.

Công thức tính thời gian và lượng nước sôi:

Thời điểm đạt nhiệt độ sôi tS được xác định bởi phương trình t( S) = tS hay T( S) = tS-to = TS.

Giải phương trình T( S) = TS cho mỗi loại panel, sẽ thu được 2 nghiệm  S1, và  S2. Thời gian sôi sẽ là   =  S2 -  S1 và lượng nước sôi thu được là GS = G  S. Các công thức tính  S1,  S2,  S, GS sẽ được giới thiệu ở bảng 3.3.

Với panel ở trên , đã có C < CS ,  kiFi < WS , nếu chọn G =0,001kg/s <GS thì sẽ đạt được điều kiện sôi cả khi tĩnh và khi động, các quá trình sôi được mô tả ở hình 2.10.

Bảng 4.3. Các công thức nhiệt và các số liệu cho panel nước sôi1m2 có W < WS.

| Thông sốđặc trưng | Panel tĩnh | | Panel động | |
|---|---|---|---|---|
| | Công thức tính | Sốliệu | Công thức tính | Số liệu |
| Thời điểmbắt đầu sôi | s1= $\frac{\tau_n}{4\pi}\left[\pi-\mathrm{artg}\frac{b}{2\omega}+\right.$ $\left.+\mathrm{arsin}\frac{(2\mathrm{bT}_S-a)\sqrt{b^2+4\omega^2}}{\mathrm{ab}}\right]$ | 5,1h | đs1= $\frac{\tau_n}{2\pi}\left[\mathrm{artg}\frac{\omega}{b}+\right.$ $\left.+\mathrm{arsin}\frac{T_S\sqrt{b^2+\omega^2}}{a}\right]$ | 4,5h |
| | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Thời điểmkết thúc sôi | s2= $\frac{\tau_n}{4\pi}[2\pi - \text{artg}\frac{b}{2\omega} - -\text{arsin}\frac{(2bT_S - a)\sqrt{b^2+4\omega^2}}{ab}]$ | 9,2h | đs2= $\frac{\tau_n}{2\pi}[\pi + \text{artg}\frac{\omega}{b} - -\text{arsin}\frac{T_S\sqrt{b^2+\omega^2}}{a}]$ | 10,1h |
| Thời gian sôi | s= $\frac{\tau_n}{4\pi}[\pi - -2\text{arsin}\frac{(2bT_S - a)\sqrt{b^2+4\omega^2}}{ab}]$ | 4,1h | đs= $\frac{\tau_n}{2\pi}[\pi - -2\text{arsin}\frac{T_S\sqrt{b^2+\omega^2}}{a}]$ | 5,6h |
| Lượng nước sôi | GS= $\frac{G\tau_n}{4\pi}[\pi - -2\text{arsin}\frac{(2bT_S - a)\sqrt{b^2+4\omega^2}}{ab}]$ | 14,8kg | Gđs= $\frac{G\tau_n}{2\pi}[\pi - -2\text{arsin}\frac{T_S\sqrt{b^2+\omega^2}}{a}]$ | 20kg |
| Hiệu suất panel | $= \frac{\pi GC_p T_s \Delta\tau_s}{EnF_1\tau_n}$ | 26% | đ= $\frac{\pi GC_p T_s \Delta\tau_{\text{âs}}}{EnF_1\tau_n}$ | 36% |

[missing_resource: graphics9.wmf]

Hình 4.10. Hàm nhiệt độ tĩnh t( ) và động tđ( ) của panel nước sôi1m2 có W<WS

Các hàm phân bố lập được đã mô tả tương đối đầy đủ và chính xác sự phụ thuộc của nhiệt độ chất lỏng vào thời gian và hầu hết các thông số của panel. Nó cho phép suy ra các công thức tính nhiệt và các điều kiện cần phải đáp ứng khi muốn tăng nhiệt độ hoặc làm sôi chất lỏng trong panel.

Các công thức đưa ra có thể dùng khi tính thiết kế hoặc kiểm tra panel để gia nhiệt hay đun sôi các chất lỏng khác nhau, ở vĩ độ tùy ý, ứng với các giá trị thích hợp của các thông số , Cp , tS và En , to.

## Bộ thu kiểu ống cú gương phản xạ dạng parabol trụ

### Bộ thu đặt nằm ngang

[missing_resource: graphics10.wmf]

Hình 4.11. Cấu tạo loại module bộ thu đặt nằm ngang Module bộ thu nằm ngang có cấu tạo như hình 4.11, gồm một ống hấp thụ sơn màu đen có chất lỏng chuyển động bên

trong, bên ngoài là hai ống thuỷ tinh lồng vào nhau, giữa hai ống thuỷ tinh là lớp không khí hoặc được hút chân không. Tất cả hệ ống hấp thụ và ống thuỷ tinh được đặt trên máng parabol trụ, phương trình biên dạng của parabol trụ là:

$y = \frac{x^2}{4p}$

Trong đó: p là khoảng cách đường tiêu điểm đến đáy parabol.

Theo cách bố trí trên dễ dàng thấy rằng tất cả thành phần vuông góc của tia bức xạ mặt trời sau khi đến gương parabol thì phản xạ đến tâm của ống hấp thụ.

Vấn đề là cần xác định các thông số kích thước các bộ phận của module bộ thu và mối quan hệ giữa các thông số sao cho bộ thu có hiệu quả nhất về mặt hấp thụ nhiệt và về mặt kinh tế.

Các thông số bộ thu và cơ sở tính toán

[missing_resource: graphics11.wmf]

Khảo sát một bộ thu năng lượng mặt trời (module) kiểu ống có gương parabol trụ như hình 4.12.

Hình 4.12. Kết cấu bộ thu dạng ống có gương phản xạ parabol trụ đặtcố định loại đặt nằm ngangđặt cố định nằm ngangBộ thu gồm một ống đồng ở giữa có đường kính d dày  o, khối lượng riêng  o nhiệt dung riêng Co, hai bên ống có hàn thêm 2 cánh đồng phẳng có chiều dày  c, chiều rộng cánh là Wc, hệ số dẫn nhiệt  c và hiệu suất cánh fc, làm nhiệm vụ hấp thụ năng lượng mặt trời với, hệ ống- cánh được sơn phủ một lớp sơn đen và có độ đen  , bên trong ống chứa chất lỏng có khối lượng tĩnh m, lưu lượng G[kg/s] nhiệt dung riêng CP chảy liên tục qua bộ thu. Xung quanh ống được bọc 2 ống thủy tinh có đường kính d1, d2, dày  k1,  k2 có hệ số dẫn nhiệt, hệ số bức xạ và hệ số truyền qua lần lượt là  k1,  k2,  1,  2, D1, D2 làm nhiệm vụ "lồng kính" và cách nhiệt. Giữa các ống thủy tinh và ống đồng là các lớp không khí có hệ số dẫn nhiệt là  kk hai đầu được đệm kính bằng hai nút cao su dày  d có đường kính dd và hệ số dẫn nhiệt  d. Hệ số tỏa nhiệt từ ống thủy tinh ngoài đến không khí có nhiệt độ to là  . Phía dưới hệ ống có mặt phản xạ dạng parabol trụ với hệ số phản xạ R với diện tích thu nắng Fo= N.L. Bộ thu được đặt sao cho mặt phản xạ của parabol hướng về phía mặt trời (trục của hệ ống song song với mặt phẳng quỹ đạo của mặt trời).

Cường độ bức xạ mặt trời tới mặt kính tại thời điểm  là E( ) = Ensin ( ), với  ( ) =  .  là góc nghiêng của tia nắng với mặt kính,  = 2  /  n và  n = 24 x 3600s là tốc độ góc và chu kỳ tự quay của trái đất, En là cường độ bức xạ cực đại trong ngày, lấy bằng trị trung bình trong năm tại vĩ độ đang xét En = $\frac{1}{365}\sum E_{\mathrm{ni}}$. Lúc mặt trời mọc  = 0, nhiệt độ đầu của bộ thu và chất lỏng bằng nhiệt độ to của không khí môi trường xung quanh.

Phương trình vi phân cân bằng nhiệt của bộ thu

Ta giả thiết rằng tại mỗi thời điểm , xem nhiệt độ chất lỏng và ống hấp thụ đồng nhất và bằng t( ). Xét cân bằng nhiệt cho hệ bộ thu trong khoảng thời gian d kể từ thời điểm . Mặt bộ thu hấp thụ từ mặt trời 1 lượng nhiệt bằng Q1:

Q1 = .Ensin .FD .sin .d , [J]. (4.8)

Với FD = D1D2.F1 + fc.D1 D2.F2 + R.D11D23.F3 + R.D1D2.F4, (4.9)

trong đó: F1= L.d , F2= L.2.Wc , F3= L(d2 - d1), F4= L(N - d2) (xem khe hở giữa cánh và ống kính trong là bằng 0).

Lượng nhiệt nhận được của bộ thu Q1 dùng để:

- Làm tăng nội năng của ống hấp thụ dU = (mo.Co + mc.Cc) dt

- Làm tăng entanpy lượng nước tĩnh dIm = m.CPdt

- Làm tăng entanpy dòng chất lỏng dIG = G.CP(t - to) d

- Truyền nhiệt ra ngoài không khí Q2 = Ktt .L(t - to)d

trong đó: khối lượng ống hấp thụ mo= d.L. o. o, [kg],

khối lượng cánh mc= 2LWc. c. c , [kg]

khối lượng nước tĩnh m = $\frac{\pi}{4}$d2.L. [kg],

hệ số tổn thất nhiệt tổng Ktt = [KL + KLbx + nKd.Fd], [W/mK]

n- số nút đệm trên 1m chiều dài bộ thu, [m]-1

hệ số truyền nhiệt qua nút đệm Kd = $\frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{1}{\alpha}$ $^{-1}$, [W/m2K]

hệ số truyền nhiệt bằng đối lưu và dẫn nhiệt KL= . $\left[\frac{1}{\alpha.d_2} + \sum_{i=1}^{4} \frac{1}{2\lambda_i}.\ln\frac{d_{i+1}}{d_i}\right]^{-1}$, [W/mK]

hệ số truyền nhiệt bằng bức xạ KLbx= . . qd.(Ttb+To)(Ttb2+To2), [W/mK]

với qd = $\left[\frac{1}{\varepsilon d} + \frac{1}{d_2}\ \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\ + \frac{1}{d_1}\ \frac{2}{\varepsilon_1} - 1\right]^{-1}$, = 5.67.10-8 W/mK4

Ttb = 273 + ttb,nhiệt độ tuyệt đối trung bình tính toán của môi chất trong bộ thu, [K]

Vậy ta có phương trình cân bằng nhiệt cho bộ thu:

Q1 = dU + dIm + dIG +  Q2 (4.10)

thì phương trình cân bằng nhiệt (4.2) có thể viết dưới dạng:

.En.FD.sin2  .d  = (mo.Co+m.CP+mc.Cc)dt+(GCP+KttL)(t - to)d . (4.11)

Biến đổi bằng cách thay T( ) = t( ) - to và đặt:

a = $\frac{\varepsilon.F_D.E_n}{m_o.C_o+\mathrm{mC}_P+m_cC_c} = \frac{P}{C}$ , [K/s] (4.12a)

b = $\frac{\mathrm{GC}_P+K_{\mathrm{tt}}.L}{m_o.C_o+\mathrm{mC}_P+m_cC_c} = \frac{W}{C}$ [1/s] (4.12b)

thì phương trình cân bằng nhiệt cho bộ thu là:

T'( ) + b.T( ) = a.sin2(  ) Với điều kiện đầu T(0) = 0

[missing_resource: .wmf]

(4.13)

(4.14)

Giải hệ phương trình 4.13, 4.14 tương tự như ở mục trên ta tìm được hàm phân bố nhiệt độ chất lỏng trong bộ thu là:

T( ) = $\frac{a}{2\mathrm{b}}$[1- $\frac{b}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}$sin(2   + artg $\frac{b}{2\omega}$ ) - $\frac{e^{-b\tau}}{1+(b/2\omega)^2}$] (4.15)

Trong đó a và b được xác định theo công thức 4.12a và 4.12b

Công thức tính toán bộ thu

Từ hàm phân bố (4.15) ta dễ dàng lập được các công thức tính các thông số kỹ thuật đặc trưng cho bộ thu như bảng 4.4:

Bảng 4.4. Các thông số đặc trưng của bộ thu nằm ngang

| Thông số đặc trưng | Công thức tính toán |
|---|---|
| Độ gia nhiệt lớn nhấtTm | |

| | |
|---|---|
| | Tm = $\frac{a}{2b}\left(1 + \frac{a}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ [oC] |
| Nhiệt độ cực đại thu đượctm | tm= to+ $\frac{a}{2b}\left(1 + \frac{b}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ [oC] |
| Thời điểm đạt nhiệt độ cực đại m | m= n $\frac{3}{8} - \frac{1}{4\pi}\text{artg}\frac{b}{2\omega}$ [s] |
| Sản lượng nhiệt trong 1 ngàyQ | Q = $\frac{a\tau_n}{4b}$GCP [J] |
| Nhiệt độ trung bìnhttb | ttb = to + $\frac{a}{2b}$ [oC] |
| Công suất hữu ích trung bìnhPtb | Ptb = $\frac{a}{2b}$GCP [W] |
| Sản lượng nước nóngM | M = $\frac{\tau_n}{2}G$, [kg] |
| Hiệu suất nhiệt bộ thu | $= \frac{Q_{tb}}{E.F_o} = \frac{Q_{tb}}{\frac{2}{\tau n}\int_0^{\tau n/2} E_n \sin(2\pi\frac{\tau}{\tau n})d\tau.F_o} = \frac{\pi aGC_p}{4bE_n.F_o}$ |

Bộ thu có gương phản xạ loại này có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo và lắp đặt nhưng trong hệ thống cần có thêm một bơm tuần hoàn môi chất, nên chưa thích hợp cho việc lắp đặt sử dụng ở các vùng sâu vùng xa không có điện lưới.

**Hình 4.13. Cấu tạo loại module bộ thu đặt nghiêngBộ thu đặt nghiêng**

Cấu tạo module bộ thu đặt nghiêng

Module bộ thu đặt nghiêng có cấu tạo như hình 3.8, gồm một ống hấp thụ sơn màu đen có chất lỏng chuyển động bên trong, 2 bên và mặt dưới ống có hàn 3 cánh nhận nhiệt, bên ngoài là hai ống thuỷ tinh lồng vào nhau, giữa hai ống thủy tinh là lớp không khí hoặc được hút chân không. Tất cả hệ ống hấp thụ và ống thủy tinh được đặt giữa hai máng trụ trái và phải, vị trí tương đối của hệ thống ống- gương phản xạ được miêu tả như trên hình 4.13. Biên dạng của máng trụ được dựng bởi 2 cung tròn tâm O1 và O2 ở hai đầu mút cánh trái và phải, bán kính các cung tròn là (r+W) $\sqrt{2}$ trong đó r là bán kính ống hấp thụ còn W là chiều rộng của cánh, tức là các cung tròn này đi qua đầu mút của cánh dưới (hình 4.13). Với cấu tạo như vậy thì tất cả các tia bức xạ mặt trời trong ngày chiếu đến mặt hứng của bộ thu đều được ống hấp thụ và cánh nhận nhiệt nhận được. Trên hình 4.14 và hình 4.15 biểu diễn quá trình truyền của tia bức xạ vuông góc và xiên góc bất kỳ, các tia bức xạ xiên góc khác cũng có đường truyền tương tự.

[missing_resource: graphics13.wmf]

Hình 4.15. Quá trình truyền của các tia nắng xiên góc

[missing_resource: graphics14.wmf]

Hình 4.14. Quá trình truyền của các tia nắng vuông góc Đối với loại bộ thu này gương phản xạ có dạng máng trụ kép nó có tác dụng phản xạ bức xạ mặt trời đến bề mặt hấp thụ giống như parabol trụ trong phần 4.2.2.1 nên thường được gọi chung là gương phản xạ dạng parabol trụ.

Các thông số bộ thu và cơ sở tính toán

[missing_resource: graphics15.wmf]

Khảo sát một bộ thu năng lượng mặt trời (module) kiểu ống có gương parabol trụ như sau:

Hình 4.16. Kết cấu bộ thu dạng ống có gương phản xạ parabol trụloại đặt nghiêngđặt cố định nằm dọcBộ thu gồm một ống đồng ở giữa có đường kính d dày  o, khối lượng riêng  o nhiệt dung riêng Co, hai bên và bên dưới ống có hàn thêm 3 cánh đồng phẳng có chiều dày  c , chiều rộng cánh là Wc, hệ số dẫn nhiệt  c và hiệu suất cánh fc làm nhiệm vụ hấp thụ năng lượng mặt trời, hệ ống- cánh được sơn phủ một lớp sơn đen và có độ đen  , bên trong ống chứa chất lỏng, có khối lượng tĩnh m, lưu lượng G[kg/s] nhiệt dung riêng CP chảy liên tục qua bộ thu. Xung quanh ống được bọc 2 ống thủy tinh có đường kính d1, d2, dày  k1,  k2 có hệ số dẫn nhiệt, hệ số bức xạ và hệ số truyền qua lần lượt là  k1,  k2,  1,  2, D1, D2 làm nhiệm vụ “lồng kính” và cách nhiệt. Giữa các ống thủy tinh và ống đồng là các lớp không khí có hệ số dẫn nhiệt là  kk hai đầu được đệm kính bằng hai nút cao su dày  d có đường kính dd và hệ số dẫn nhiệt  d. Hệ số tỏa nhiệt từ ống thủy tinh ngoài đến không khí có nhiệt độ to là  . Phía dưới hệ ống có mặt phản xạ dạng parbol trụ với hệ số phản xạ R với diện tích thu nắng Fo = N.L. Bộ thu được đặt sao cho mặt phản xạ của parabol hướng về phía mặt trời (trục của hệ ống vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo của mặt trời).

Cường độ bức xạ mặt trời tới mặt kính tại thời điểm   là E( ) = Ensin ( ), với  ( ) =  .  là góc nghiêng của tia nắng với mặt kính,   = 2 / n và  n = 24 x 3600s là tốc độ góc và chu kỳ tự quay của trái đất, En là cường độ bức xạ cực đại trong ngày, lấy bằng trị trung bình trong năm tại vĩ độ đang xét En = $\frac{1}{365}\sum E_{\mathrm{ni}}$. Lúc mặt trời mọc   = 0, nhiệt độ đầu của bộ thu và chất lỏng bằng nhiệt độ to của không khí môi trường xung quanh.

Phương trình vi phân cân bằng nhiệt của bộ thu

Ta giả thiết rằng tại mỗi thời điểm  , xem nhiệt độ chất lỏng và ống hấp thụ đồng nhất và bằng t( ). Xét cân bằng nhiệt cho hệ bộ thu trong khoảng thời gian d  kể từ thời điểm

. Mặt module bộ thu hấp thụ từ mặt trời 1 lượng nhiệt bằng  Q1:

Q1 =  .Ensin   .FD.sin  .d , [J]. (4.16)

Với FD = D1D2.F1 + fc.D1 D2.F2 + R. fc.D1D23.F3 + R. fc.D1D2.F4, (4.17)

trong đó: F1= L.d , F2= 2L.Wc , F3= L(d2 - d1), F4= L(N - d2). Ở đây ta giả thiết rằng tất cả các tia bức xạ mặt trời chiếu đến mặt bộ thu trên diện tích F4 sau khi phản xạ từ gương trụ được truyền đến cánh hấp thụ.

Lượng nhiệt nhận được của module bộ thu  Q1 dùng để:

- Làm tăng nội năng của ống hấp thụ-cánh dU = (mo.Co + mc.Cc)dt

- Làm tăng entanpy lượng nước tĩnh dIm = m.CPdt

- Làm tăng entanpy dòng chất lỏng dIG = Gd .CP(t - to)

- Truyền nhiệt ra ngoài không khí  Q2 = Ktt.L(t - to)d

trong đó: mo= L d. o. o , [kg]

mc= 3LWc. c. c , [kg],

m = $\frac{\pi}{4}$d2.L.  [kg],

Ktt = [KL + KLbx + nKd.Fd], [W/mK]

n- số nút đệm trên 1m chiều dài bộ thu, [m]-1 Kd = $\frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{1}{\alpha}$ $^{-1}$ , [W/m2K]

hệ số truyền nhiệt bằng đối lưu và dẫn nhiệt KL= . $\left[\frac{1}{\alpha.d_2} + \sum_{i=1}^{4} \frac{1}{2\lambda_i}.\ln\frac{d_{i+1}}{d_i}\right]^{-1}$, [W/mK]

hệ số truyền nhiệt bằng bức xạ KLbx=  . . qd.(Ttb+To)(Ttb2+To2), [W/mK]

với  qd = $\left[\frac{1}{\varepsilon d} + \frac{1}{d_2}\ \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\ + \frac{1}{d_1}\ \frac{2}{\varepsilon_1} - 1\right]^{-1}$,   = 5.67.10-8 W/mK4

Ttb = 273 + ttb,nhiệt độ tuyệt đối trung bình tính toán của môi chất trong bộ thu, [K]

Vậy ta có phương trình cân bằng nhiệt cho bộ thu:

Q1 = dU + dIm + dIG +  Q2 (4.18)

Hay có thể viết dưới dạng:

.En.FD.sin2 .d = (mo.Co+m.CP+mc.Cc)dt +(GCP+ Ktt.L)(t - to)d (4.19)

Biến đổi bằng cách thay T( ) = t( ) - to và đặt:

a = $\frac{\varepsilon.F_D.E_n}{m_o.C_o+\text{mC}_P+m_cC_c} = \frac{P}{C}$ , [K/s] (4.20a)

b = $\frac{\text{GC}_P+K_{\text{tt}}.L}{m_o.C_o+\text{mC}_P+m_cC_c} = \frac{W}{C}$ [1/s] (4.20b)

thì phương trình cân bằng nhiệt cho bộ thu là:

T'( ) + b.T( ) = a.sin2( ) (4.21)Với điều kiện đầu T(0) = 0 (4.22)

[missing_resource: .wmf]

Giải hệ phương trình 4.21, 4.22 tương tự như ở mục trên ta tìm được hàm phân bố nhiệt độ chất lỏng trong bộ thu là:

T( ) = $\frac{a}{2\text{b}}$[1- $\frac{b}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}$sin(2 + artg $\frac{b}{2\omega}$ ) - $\frac{e^{-b\tau}}{1+(b/2\omega)^2}$] (4.23)

Trong đó a và b được xác định theo công thức 4.20a và 4.20b

Công thức tính toán bộ thu

Từ hàm phân bố (4.23) ta dễ dàng lập được các công thức tính các thông số kỹ thuật đặc trưng cho bộ thu như bảng 4.5.

Bảng 3.5. Các thông số đặc trưng của bộ thu đặt nghiêng

| Thông số đặc trưng | Công thức tính toán |
|---|---|
| Độ gia nhiệt lớn nhấtTm | Tm = $\frac{a}{2\text{b}}\left(1+\frac{a}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ [oC] |
| Nhiệt độ cực đại thu đượctm | tm= to+ $\frac{a}{2\text{b}}\left(1+\frac{b}{\sqrt{b^2+4\omega^2}}\right)$ [oC] |
| Thời điểm đạt nhiệt độ cực đại m | m= n $\frac{3}{8}-\frac{1}{4\pi}\text{artg}\frac{b}{2\omega}$ [s] |
| | |

| | |
|---|---|
| Sản lượng nhiệt trong 1 ngàyQ | Q = $\frac{a\tau_n}{4b}$GCP [J] |
| Độ gia nhiệt trung bìnhTn | Tn = $\frac{a}{2b}$ [oC] |
| Nhiệt độ trung bìnhttb | ttb = to + $\frac{a}{2b}$ [oC] |
| Công suất hữu ích trung bìnhPtb | Ptb = $\frac{a}{2b}$GCP [W] |
| Sản lượng nước nóngM | M = $\frac{\tau_n}{2}G$, [kg] |
| Hiệu suất nhiệt bộ thu | $= \frac{Q_{\text{tb}}}{E.F_o} = \frac{Q_{\text{tb}}}{\frac{2}{\tau_n}\int_0^{\tau_n/2} E_n \sin(2\pi\frac{\tau}{\tau_n})d\tau.F_o} = \frac{\pi a G C_p}{4bE_n.F_o}$ |

Gương phản xạ của loại bộ thu này có cấu tạo hơi phức tạp hơn, nhưng hệ thống làm việc theo nguyên tắc đối lưu tự nhiên nên không cần phải có thêm bơm tuần hoàn môi chất, do đó rất thích hợp cho việc triển khai sử dụng ở các vùng sâu vùng xa không có điện lưới.

Tính toán chọn kích thước bộ thu

Các kích thước module bộ thu cần phải chọn hoặc tính toán sao cho bộ thu đạt được hiệu quả cao nhất về mặt kinh tế cũng như khả năng hấp thụ nhiệt từ NLMT, đồng thời đảm bảo các yêu cầu về mặt cấp nhiệt. Các kích thước của module bộ thu có ảnh hưởng đến hiệu suất bộ thu cần phải tính chọn là:

- Đường kính ống hấp thụ chứa môi chất d

- Chiều rộng cánh nhận nhiệt W

- Đường kính ống thuỷ tinh trong d1

- Đường kính ống thuỷ tinh ngoài d2

- Chiều rộng gương trụ phản xạ N

- Đường kính ống hấp thụ d: Nếu d lớn thì diện tích hấp thụ lớn, diện tích nhận nhiệt của nước lớn nên nói chung hiệu suất bộ thu tăng. Mặt khác nếu d tăng thì nhiệt dung C của hệ bộ thu tăng do đó tốc độ gia nhiệt a giảm, hơn nữa nếu d lớn quá thì kết cấu bộ thu sẽ cồng kềnh và không kinh tế. Tốt nhất ta chọn đường kính của ống hấp thụ d = 10mm.

- Chiều rộng cánh nhận nhiệt W: Theo công thức 4.2 và 4.10, khi tăng chiều rộng cánh W, thì FD tăng, mà FD tăng thì tốc độ gia nhiệt a tăng và hiệu suất bộ thu tăng. Nhưng nếu W tăng, hiệu suất cánh fc giảm do đó FD giảm. Vậy ta phải chọn W sao cho tối ưu nhất.

Theo tính toán với trường hợp này thì tốt nhất ta chọn W sao cho $\frac{K_{tt}}{\lambda\delta}\ ^{1/2}.W$ < 0,5 lúc đó hiệu suất cánh fc > 0,95. Ví dụ: Cánh làm bằng đồng có hệ số dẫn nhiệt  =25W/m.độ, chiều dày cánh  = 0,001m, cánh được gắn trên ống đồng đường kính d =0,01m. Với trao đổi nhiệt đối lưu tự nhiên ta lấy Ktt=10W/m2độ ta có biểu thức chọn chiều rộng cánh là:

$\frac{K_{tt}}{\lambda\delta}\ ^{1/2}.W$ = $\frac{10}{25.0,001}\ ^{1/2}.W$ < 0,5 Vậy ta có W < 0,025m.

- Đường kính ống thuỷ tinh trong d1: Ống thuỷ tinh trong làm nhiệm vụ tạo "lồng kính". Thường ta chế tạo sao cho hệ ống hấp thụ- cánh đặt khít vào ống thuỷ tinh trong có đường kính d1 tức là d1 = d + 2W. Vậy đường kính d1 phụ thuộc vào d và W, do đó theo phân tích và nhận xét ở trên nếu đường kính ống hấp thụ d =0,01m thì tốt nhất ta chọn d1 < 0,06.

- Đường kính ống thuỷ tinh ngoài d2: Ống thuỷ tinh ngoài làm nhiệm vụ cách nhiệt chống tổn thất ra môi trường xung quanh. Theo nguyên tắc thì d2 càng lớn (lớp không khí giữa 2 ống thuỷ tinh càng lớn) thì tổn thất nhiệt càng ít, nhưng thực tế với loại bộ thu kiểu ống này nếu d2 tăng thì theo công thức 4.9 và 4.17 ta thấy FD giảm nhất là với bộ thu đặt nghiêng, do đó tốc độ gia nhiệt a giảm và hiệu suất bộ thu giảm. Do vậy ta chọn d2 càng nhỏ càng tốt (nhưng tất nhiên phải lớn hơn d1), nhất là đối với bộ thu được hút chân không giữa 2 ống thuỷ tinh.

- Chiều rộng gương trụ phản xạ N: Theo công thức 4.9 và 4.17 ta thấy rằng N càng tăng thì FD tăng, mà FD tăng thì tốc độ gia nhiệt a tăng và hiệu suất bộ thu tăng và nhiệt độ môi chất thu được cũng tăng. Đối với bộ thu nằm ngang trong hệ thống đối lưu tuần hoàn tự nhiên thì sự ảnh hưởng của chiều rộng gương trụ N đến hiệu suất bộ thu và nhiệt độ thu được của môi chất sẽ được khảo sát kỹ ở phần sau. Chiều rộng N của bộ thu loại đặt nghiêng trong hệ thống đối lưu tuần hoàn tự nhiên thì bị hạn chế bởi chiều rộng của tổ hợp ống - cánh (hình 4.13).

Tức là N  $d + 2\mathrm{W}\,(1+\sqrt{2})$.

## Thiết bị chưng cất nước bằng NLMT

### Cấu tạo nguyên lý hoạt động của thiết bị

Trên trái đất của chúng ta, những nơi có nhiều nắng thì thường ở những nơi đó nước uống bị khan hiếm. Bởi vậy năng lượng mặt trời đã được sử dụng từ rất lâu để thu nước uống bằng phương pháp chưng cất từ nguồn nước bẩn hoặc nhiễm mặn. Có rất nhiều thiết bị khác nhau đã được nghiên cứu và sử dụng cho mục đích này, một trong những hệ thống chưng cất nước dùng năng lượng mặt trời đơn giản được mô tả như hình 4.17.

***SORRY, THIS MEDIA TYPE IS NOT SUPPORTED.***

Hình 4.17. Thiết bị chưng cất đơn giản

Nước bẩn hoặc nước mặn được đưa vào khay ở dưới và được đun nóng bởi sự hấp thụ năng lượng mặt trời. Phần đáy của khay được sơn đen để tăng quá trình hấp thu bức xạ mặt trời, nước có thể xem như trong suốt trong việc truyền bức xạ sóng ngắn từ mặt trời. Bề mặt hấp thụ nhận nhiệt bức xạ mặt trời và truyền nhiệt cho nước. Khi nhiệt độ tăng, sự chuyển động của các phân tử nước trở nên rất mạnh và chúng có thể tách ra khỏi bề mặt mặt thoáng và số lượng tăng dần. Đối lưu của không khí phía trên bề mặt mang theo hơi nước và ta có quá trình bay hơi. Sự bốc lên của dòng không khí chứa đầy hơi ẩm, sự làm mát của bề mặt tấm phủ bởi không khí đối lưu bên ngoài làm cho các phần tử nước ngưng tụ lại và chảy xuống máng chứa ở góc dưới. Không khí lạnh chuyển động xuống dưới tạo thành dòng khí đối lưu.

Để đạt hiệu quả ngưng tụ cao thì nước phải được ngưng tụ bên dưới tấm phủ. Tấm phủ có độ dốc đủ lớn để cho các giọt nước chảy xuống dễ dàng. Điều đó cho thấy rằng ở mọi thời điểm khoảng phần nữa bề mặt tấm phủ chứa đầy các giọt nước. Quá trình ngưng tụ của nước dưới tấm phủ có thể là quá trình ngưng giọt hay ngưng màng, điều này phụ thuộc vào quan hệ giữa sức căng bề mặt của nước và tấm phủ. Hiện nay người ta thường dùng tấm phủ là kính thuận lợi cho quá trình ngưng giọt. Người ta thấy rằng ở vùng khí hậu nhiệt đới, hệ thống chưng cất nước có thể sản xuất ra một lượng nước ngưng tương đương với lượng mưa 0,5cm/ngày.

**Tính toán thiết bị chưng cất nước**

Hình 4.18. Miêu tả quá trình đối lưu trong thiết bị chưng cất nước.Chúng ta có thể phân tích đơn giản quá trình chưng cất nước của thiết bị theo sơ đồ hình vẽ 4.2. Thực chất nếu phân tích chi tiết thì đây ra quá trình rất phức tạp có liên quan đến quá trình truyền chất. Tuy nhiên chúng ta có thể phân tích quá trình đơn giản như sau:

Chúng ta giả thiết rằng nước tiếp xúc với bề mặt hấp thụ và chúng cùng chung nhiệt độ là T, như hình 4.18, nhiệt độ của tấm phủ là T1, thì ta có dòng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích giữa 2 bề mặt được xác định theo công thức:

q = k(T- T1), (4.24)

Trong đó k là hệ số truyền nhiệt (W/m2 K)

Bây giờ chúng ta biểu diễn quá trình đối lưu này như tạo bởi 2 dòng không khí (hình 4.18), mỗi dòng có lưu lượng khối lượng tương đương là m (kg/m2h), một dòng thì chuyển động lên còn một dòng thì chuyển động xuống dưới. Nội năng của mỗi đơn vị khối lượng không khí có nhiệt độ T là cT, nếu xem đặc tính của không khí ở đây như là khí lý tưởng thì c là nhiệt dung riêng của không khí. Dòng khí nóng rời khỏi bề mặt phía dưới mang

nội năng ở mức mcT, còn dòng khí lạnh mang nội năng ở mức cmT1. Như vậy dòng nhiệt trao đổi giữa các bề mặt bởi những dòng này là:

$q = mc (T - T1)$. (4.25)

So sánh công thức 4.24 và 4.25 ta có lưu lượng dòng khí có thể tính được là:

$mc = k$ hay $m = k/c$. (4.26)

Ví dụ: với nhiệt dung riêng của không khí là c = 0.28 Wh/kgK, và với trường hợp hệ số truyền nhiệt k = 4W/m2K, thì m = 14.3 kg/m2h.

Bây giờ chúng ta giả sử rằng dòng không khí đối lưu chuyển động tương tự và cùng tốc độ khi chúng chứa đầy hơi ẩm. Sự giả thiết này rất phổ biến khi phân tích quá trình truyền chất nhưng chỉ có thể đúng khi quá trình truyền chất xảy ra với tốc độ nhỏ.

Hơn nữa chúng ta có thể cho rằng khi không khí rời khỏi mỗi bề mặt mang tổng lượng hơi nước phù hợp để cân bằng với nhiệt độ tương ứng của bề mặt, ở trạng thái cân bằng thì trong một đơn vị thời gian có bao nhiêu phân tử nước rời khỏi bề mặt mặt thoáng thì cũng có bấy nhiêu phân tử nước quay trở lại. Sau đó sự tập trung của các phân tử lỏng hay hơi nước trong không khí gần bề mặt mặt thoáng cũng đạt đến giá trị cân bằng và gọi là độ ẩm tương đối, w. Độ ẩm tương đối là khối lượng của hơi nước trong 1kg không khí, w phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, xem hình 4.19

***SORRY, THIS MEDIA TYPE IS NOT SUPPORTED.*** Hình 4.19. Độ ẩm tương đối của không khí ở áp suất khí quyển.

Tiếp theo, nếu ta miêu tả quá trình đối lưu bởi sự chuyển động đồng thời của 2 dòng không khí, mỗi một dòng có lưu lượng m trên một đơn vị diện tích, lượng nước vận chuyển ra ngoài sẽ là mw và lượng nước vào trong là mw1. Vậy lượng nước đi ra m(w – w1), đây cũng chính là lượng nước được sản xuất ra bởi thiết bị lọc nước trong một đơn vị diện tích bề mặt, M.

Tương tự như quá trình trao đổi nhiệt giữa 2 tấm phẳng ta có thể viết phương trình cân bằng năng lượng trong thiết bị chưng cất có dạng:

$P = k (T - T1) + es (T4 - T41) + m r(w - w1)$, (4.27)

Trong đó: P(W/m2) là năng lượng bức xạ mặt trời đến, e là độ đen của tổ hợp bề mặt hấp thụ và nước, r (Wh/kg) là nhiệt hoá hơi của nước.

Với r = 660 Wh/kg, e = 1 và độ chênh nhiệt độ trung bình của thiết bị khoảng 40K thì ta có thể xác định lượng nước sản xuất được của thiết bị có thể xác định theo công thức:

$M = (P - 160)/660$ (kg/m2h) (4.28)

Ở Đà Nẵng với cường độ bức xạ trung bình P = 850 W/m2 thì từ công thức (4.28) ta tính được M = 1.0 kg/m2h hay với 6giờ nắng trong ngày thì mỗi ngày 1m2 bề mặt hấp thụ thiết bị sản xuất được M = 6kg nước.

Hình 4.20. Các dòng năng lượng chính trong thiết bị chưng cất nước kiểu bể. Đối với các hệ thống lớn thường đặt cố định với diện tích lớn thì các dòng năng lượng chủ yếu trong một thiết bị chưng cất nước sử dụng năng lượng mặt trời khi nó hoạt động có thể biểu diễn như hình 4.20.

Mục đích của việc thiết kế một thiết bị chưng cất nước là làm sao cho nhiệt lượng dùng cho nước bay hơi Qbh là lớn nhất. Quá trình truyền năng lượng bức xạ mặt trời đã được hấp thụ đến bề mặt ngưng xảy ra bởi hơi nước, và quá trình này tỷ lệ thuận với nước ngưng thu được. Hơn nữa tất cả các phần năng lượng khác truyền từ đáy đến phần xung quanh phải hạn chế càng nhiều càng tốt.

Hình 4.21. Sơ đồ mạng nhiệtHầu hết các dòng năng lượng có thể được xác định theo các nguyên lý cơ bản, nhưng sự rò rỉ và các tổn thất qua các góc cạnh rất khó xác định và có thể gộp lại và được xác định bằng thực nghiệm bằng các thiết bị chưng cất thực tế.

Sơ đồ mạng nhiệt của thiết bị chưng cất nước dạng bể tương tự như sơ đồ nhiệt của collector tấm phẳng nhưng có 3 sự khác biệt sau (hình 4.21). Năng lượng truyền từ đáy đến tấm phủ xảy ra bởi quá trình bay hơi-ngưng tụ cộng thêm đối lưu và bức xạ. Tổn thất phía đáy chủ yếu là quá trình truyền nhiệt xuống nền đất. Chiều sâu của nước trong thiết bị hay dung lượng của bể phải được xác định trong tính toán... Lượng nước ra chưng cất tính được từ quá trình bay hơi ngưng tụ truyền từ đáy đến tấm phủ.

Sơ đồ nhiệt được trình bày ở hình 4.21, trong đó các nhiệt trở tương ứng với các dòng năng lượng hình 4.20. (Các phần rò rỉ, tổn thất qua các cạnh, nước vào và ra không trình bày ở đây).

[missing_resource: graphics16.jpg]

[missing_resource: graphics17.jpg]

H×nh 4.22. HÖ thèng chng cÊt níc dïng n¨ng lîng mÆt trêi

## Động cơ Stirling

Động cơ Stirling là một thiết bị có nhiều ưu việt và cấu tạo đơn giản. Một đầu động cơ được đốt nóng, phần còn lại để nguội và công hữu ích được sinh ra. Đây là một động cơ kín không có đường cấp nhiên liệu cũng như đường thải khí. Nhiệt dùng được lấy từ bên

ngoài, bất kể vật gì nếu đốt cháy đều có thể dùng để chạy động cơ Stirling như: than, củi, rơm rạ, dầu hỏa, dầu lửa, cồn, khí đốt tự nhiên, gas mêtan,... nhưng không đòi hỏi quá trình cháy mà chỉ cần cấp nhiệt đủ để làm cho động cơ Stirling hoạt động. Đặc biệt động cơ Stirling có thể hoạt động với năng lượng mặt trời, năng lượng địa nhiệt, hoặc nhiệt thừa từ các quá trình công nghiệp.

Nguyên lý hoạt động:

Được phát minh từ 1816 động cơ Stirling đầu tiên đã là những thiết bị lớn làm việc trong môi trường công nghiệp. Sau đó các kiểu động cơ Stirling nhỏ hơn và êm này đã trở thành đồ dùng gia đình phổ biến như: quạt, máy may, bơm nước... Các động cơ Stirling ban đầu chứa không khí và được chế tạo từ các vật liệu bình thường rất phổ biến như động cơ "hot air". Không khí được chứa trong đó và là đối tượng để dãn nở nhiệt, làm lạnh và nén bởi sự chuyển động của các phần khác nhau của động cơ.

Động cơ Stirling là một động cơ nhiệt. Để hiểu một cách đầy đủ về sự hoạt động và tiềm năng sử dụng của nó, điều chủ yếu là biết vị trí và lĩnh vực chung của các động cơ nhiệt. Động cơ nhiệt là một thiết bị có thể liên tục chuyển đổi nhiệt năng thành cơ năng.

Một ví dụ hiện thực về động cơ nhiệt là đầu máy xe lửa chạy bằng hơi nước trong những năm trước đây. Năng lượng nhiệt được cung cấp bằng cách đốt than hoặc củi, lượng nhiệt này nung nóng nước chứa trong lò hơi và sản ra hơi có áp suất cao, hơi này dãn nở trong xi lanh và đẩy piston chuyển động kéo theo bánh đà, và kéo xe lửa chuyển động. Sau mỗi hành trình của piston, hơi đã sử dụng vẫn còn một ít nóng và được thải ra và nhường chỗ cho hơi mới có áp suất cao vào xylanh.

Động cơ diesel là một dạng của động cơ nhiệt nhưng ở dạng khác và thường gọi là động cơ đốt trong. Trong động cơ đốt trong, nhiệt được cung cấp bởi sự đốt cháy nhiên liệu ngay phần bên trong của động cơ, các nhiên liệu này thường là nhiên liệu lỏng như dầu diesel, xăng. Một phần nhiệt biến thành công do sự dãn nở khí nóng (sản phẩm cháy) tác động vào piston. Phần nhiệt còn lại bị thải ra và thoát ra ngoài bởi bức xạ hay tỏa ra từ các cánh làm mát của động cơ. Động cơ tiếp tục sinh công hữu ích chừng nào nhiên liêu còn cung cấp để tạo nhiệt. Ba quá trình: cấp nhiệt, sinh công và thải nhiệt là đặc tính chung của các động cơ nhiệt.

Hình 5.25. Không khí áp suất cao đẩy piston Đầu nóngĐầu lạnhHình 5.24. Cấp nhiệt một đầu xylanh, nhiệt độ và áp suất không khí tăng lênHình 5.23. Không khí bên trong và bên ngoài có áp suất và nhiệt độ bằng nhau Động cơ Stirling thì cơ chế của các quá cấp nhiệt, thải nhiệt và sinh công có hơi khác. Để nghiên cứu kỹ về sự hoạt động của động cơ Stirling ta xét một xi lanh kín một đầu với một piston như hình 5.23 và một ít không khí chứa bên trong. Piston chuyển động qua lại tự do nhưng hầu như kín. Giả sử lúc đầu toàn bộ thiết bị có nhiệt độ bằng nhiệt độ đầu lạnh, lúc này không khí bên trong có áp suất bằng áp suất của không khí bên ngoài. Với điều kiện đó, piston sẽ đứng yên ở vị trí ban đầu. Nếu ta đốt nóng một đầu xilanh (đầu nóng) nguồn nhiệt được sử dụng có thể là chùm tia bức xạ mặt trời hội tụ tại đầu xilanh hoặc một cách đơn giản là nhúng đầu

xilanh vào nước nóng, thì áp suất và nhiệt độ không khí bên trong tăng lên. Áp suất cao sẽ đẩy piston chuyển động và sinh ra công hữu ích (hình: 5.23, 5.24, 5.25). Bất kỳ nguồn nhiệt nào cũng sinh ra công, nhưng với nguồn có nhiệt độ càng cao thì tạo ra công càng lớn. Động cơ không những chỉ chuyển nhiệt thành công một lần đơn giản như trên mà cần phải có khả năng tiếp tục sinh công.

[missing_resource: .jpg]

Hình 5.26. Quá trình dãn nở cho đến khi áp suất không khí bên trong bằng áp suất khí quyểnHình 5.27. Nêú ngừng cấp nhiệt mà thải nhiệt thì áp suất không khí bên trong giảm xuốngHình 5.28. Piston chuyển động vào bên trong do áp suất không khí bên ngoài cao hơn

Công có thể sinh ra từ không khí nóng trong xilanh chừng nào còn có quá trình dãn nở của không khí bên trong. Nếu piston di chuyển ra ngoài quá xa nó sẽ vọt ra khỏi xilanh và quá trình sinh công sẽ kết thúc. Do vậy quá trình dãn nở cần phải kết thúc trước khi điều đó xảy ra. Nếu xilanh được chế tạo thật dài thì quá trình dãn nở có thể xa hơn nhưng cũng có giới hạn hơn nữa piston sẽ chỉ ra ngoài đến khi áp suất bên trong giảm xuống bằng áp suất khí quyển.

Nếu khi piston chuyển động đến đầu bên phải của xilanh, ta ngừng quá trình cấp nhiệt và tăng quá trình thải nhiệt (làm mát) thì nhiệt độ và áp suất của không khí phía trong xilanh giảm xuống đến khi áp suất của không khí bên trong thấp hơn áp suất của khí quyển bên ngoài thì piston sẽ chuyển động ngược lại và trở lại vị trí ban đầu (hình 5.26, 5.27, 5.28).

Hình 5.29. Nguyên lý hoạt động tự động của động cơ Stirling

[missing_resource: .jpg]

Vấn đề đặt ra đối với động cơ Stirling là làm thế nào để chúng hoạt động một cách tự động, tức là xilanh nhận, thải nhiệt đúng lúc và liên hệ chặt chẽ với sự chuyển động của piston. Hình 5.29 biểu thị nguyên lý hoạt động đơn giản của động cơ Stirling.

[missing_resource: graphics18.jpg]

Hình 5.30. Bơm nước Stirling dùng NLMT Hiện nay về thực nhiệm các kiểu động cơ Stirling đã đạt được độ tin cậy cho sự thực thi. Với hợp kim chịu nhiệt độ cao, thiết bị công nghệ mới, thiết kế quá trình trao đổi nhiệt có sự trợ giúp của máy tính và được nạp khí Hêli hoặc Hyđrô với áp suất cao, các kiểu Stirling có thể dễ dàng vuợt trội các động diesel về hiệu suất cũng như về tỷ lệ giữa năng lượng và trọng lượng. Với đặc chuyển

động êm và độ ô nhiễm thấp, động cơ Stirling sẽ không còn có đối thủ cạnh tranh trong tương lai. /.

Các loại gương phản xạ
Giới thiệu các loại gương phản xạ

## CÁC LOẠI GƯƠNG PHẢN XẠ

Để tập trung năng lượng bức xạ chiếu tới mặt thu Ft, nhằm nâng cao nhiệt độ của Ft và môi chất tiếp xúc nó, người ta dùng thêm các gương phản xạ.

Gương phản xạ là các bề mặt nhẵn bóng, coi là vật đục D = 0, có hệ số hấp thụ A bé, và hệ số phản xạ R = (1-A) lớn. Gương phản xạ có thể có dạng phẳng, côn, nón, parabol trụ hoặc parabol tròn xoay. Gương phản xạ thường được chế tạo bằng mặt kim loại bóng như inox, nhôm, tôn đánh bóng, hoặc kính hay plastic có tráng bạc.

Đặc trưng của một gương phản xạ bao gồm:

- Các thông số hình học và kết cấu.

- Độ phản xạ R, điều kiện đê mặt thu có thể hứng toàn bộ phản xạ từ gương.

- Độ tập trung năng lượng bức xạ (kí hiệu là k).

Độ tập trung năng lượng bức xạ k :

-Định nghĩa: Độ tập trung năng lượng bức xạ k của một hệ gương phản xạ và mặt thu, là tỉ số của cường độ bức xạ tới mặt thu Ft trên cường độ bức xạ tới mặt hứng nắng: k = $\frac{E_t}{E}$

[missing_resource: graphics1.wmf]

Hình 5.1 Hệ gương và mặt thuCường độ bức xạ tới mặt hứng nắng E thường là cường độ bức xạ tới mặt đất nơi đặt thiết bị, tức là cường độ bức xạ lúc trời nắng bình thường, chưa có gương phản xạ.

-Lập công thức tính k: cho một hệ gồm mặt thu Ft đặt vuông góc với tia nắng, xung quanh có gương phản xạ với hệ số phản xạ R, D = 0 và mặt hứng nắng diện tích Fh, mặt Fh thường cũng vuông góc với tia nắng (hình 5.1). Giả thiết các gương đặt sao cho toàn bộ các tia phản xạ từ gương được chiếu hết lên mặt thu Ft. Khi đó, công suất bức xạ chiếu đến Ft là:

Qt = E. Ft + E.( Fh - Ft).R

=E.(1 - R). Ft + E.R.Fh

Cường độ bức xạ đến Ft là:

Et = Qt/Ft = E.(1 - R) + E.R. Fh/ Ft

Do đó, k = Et/E = 1 - R + R. Fh/ Ft = 1 + R.( Fh/ Ft - 1). Nếu coi R   1 thì k   Fh/Ft.

## Gương phẳng

Xét gương phẳng BC có hệ số phản xạ R, đặt nghiêng góc   so với mặt thu AB. Dựa vào định luật phản xạ ánh sáng i1 = i2 , có thể tìm được điều kiện để toàn bộ phản xạ từ gương BC chiếu hết lên mặt AB đặt vuông góc với tia nắng là:

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.2. Mô tả quan hệ (  , a, b)   = arcsin $\sqrt{\frac{a+b}{2a}}$

Vì sin   < 1 nên phải có b < a và $\frac{\pi}{4} <$   $< \frac{\pi}{2}$.

Khi đó chiều rộng gương bằng:

f = $\frac{b}{\cos\gamma} = b\sqrt{\frac{2a}{a-b}}$

Và độ tập trung năng lượng k = 1 + R.(b/a). Do đó, nếu dùng một gương phẳng thì 1<k<2, nếu dùng bốn gương phẳng cùng phản xạ lên một mặt thu hình vuông thì có 1<k<5.

Hình 5.3, 5.4 giới thiệu sơ đồ 1 nhà máy điện mặt trời, trong đó dùng hệ thống gương phẳng, được điều khiển bằng máy tính, tập trung năng lượng vào một lò hơi đặt trên cao, trong 1 lồng kính, để cấp hơi cho 1 turbine phát điện.

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.3. Sơ đồ nhà máy điện mặt trời dùng hệ gương phản xạ.

[missing_resource: graphics2.jpg]

Hình 5.4. Nhà máy điện mặt trời dùng hệ gương phản xạ.

## Gương nón

### Gương nón cụt

Gương nón cụt thường dùng để phản xạ lên mặt thu phẳng đặt tại đáy nón, luôn được quay để vuông góc với tia nắng.

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.5. Quan hệ (  Rh, Rt)Điều kiện để 100% phản xạ từ gương đến mặt thu là:

$$= \arcsin \sqrt{\frac{R_h+R_t}{4\mathrm{R}_t}}$$

Khi đó Rh < 3Rt và độ tập trung bằng:

k = 1+ R $\frac{F_h}{F_t} - 1 = 1 + R\left[1 - 2\text{Cos}2\gamma^{\,2} - 1\right]$

Vì $\frac{\pi}{4} <\quad < \frac{\pi}{2}$ nên khi dùng gương nón cụt thì 1< k < 9. Đường sinh của nón cụt tính theo:

f = $\frac{R_h - R_t}{\cos\gamma} = 2\ R_h - R_t\ \sqrt{\frac{R_h}{3\mathrm{R}_t - R_h}}$

với Rh< 3Rt.

**Gương nón**

Gương nón được dùng để phản xạ lên mặt thu hình ống trụ đặt tại trục nón. Tùy theo góc đỉnh nón nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn 450, chiều cao H của ống thu bức xạ hình trụ có thể nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn chiều cao h của nón, như mô tả trên hình 5.6.

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.6. Gương nón với mặt thu hình ống trụ

Chiều cao H thích hợp của ống thu, cho phép nhận toàn bộ phản xạ từ gương nón có chiều cao h, góc đỉnh là: H = $\frac{h}{2}\ 1 + \mathrm{tg}^2\gamma$ với tg = $\frac{r}{h}$

Nếu chọn gương nón cao h, bán kính r, thì chiều cao mặt thu hình trụ là:

$$H = \frac{1}{2\mathrm{h}}\ h^2 + r^2$$

Khi r < h tức là < 450 thì H < h

Khi r = h tức là = 450 thì H = h

Khi r > h tức là  > 450 thì H > h

Độ tập trung năng lượng của gương nón là:

k = 1+ R $\frac{F_h}{F_t} - 1 = 1 + R\,\frac{r^2}{\mathrm{dH}} - 1 = 1 + R\,\frac{2\mathrm{r}^2}{\mathrm{dh}}\mathrm{Cos}^2\gamma - 1$

$$k = 1 + R\left[\frac{2\mathrm{r}^2h}{d\,r^2+h^2} - 1\right]$$

Nếu gọi t = tg $\gamma = \frac{r}{h}$ thì $k = 1 + R\left[\frac{r}{d}\ \frac{2\mathrm{t}}{1+t^2}\ - 1\right]$

Suy ra kmax = k (t = 1) = $k = 1 + R\ \frac{r}{d} - 1$ , đạt được khi chọn r = h hay

= 450, khi R = 1 thì kmax = $\frac{r}{d}$. Khi tăng r và giảm d, độ tập trung k sẽ khá lớn.

## Gương Parabol

### Gương Paraol tròn xoay

Xét gương parabol tròn xoay do đường parabol y = $\frac{x^2}{4\mathrm{f}}$ quay quanh trục y tạo ra.

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.7. Anh của mặt trời qua gương parabol

Khi quay trục gương theo hướng tia nắng, thì tại gần tiêu điểm F ta thu được ảnh của mặt trời, là một đĩa sáng tròn có đường kính d được xác định theo hệ phương trình:

với D = 1,4.109m là đường kính MT, b = 1,5.1011m khoảng cách gương tới MT và f là tiêu cự gương, p khoảng cách ảnh tới gương.

$$\begin{cases} \frac{d}{D} = \frac{p}{b} \\ \frac{1}{b} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \end{cases}$$

Giải hệ trên tìm được d và p sẽ được:

$d = \frac{\mathrm{Df}}{b-f} = \frac{d}{b}f = 0{,}0093f = 10^{-2}f.$

$p = \frac{b}{b-f}f$, tức ảnh MT đặt tại tiêu điểm F, có đường kính d = 10-2f. Do đó mặt thu cần đặt tại tiêu điểm của gương, có đường kính d   10-2f.

Nếu mặt thu hình cầu đường kính d, gương parabol có bán kính r, thì hệ số tập trung là:

$k = 1 + R\left[ \frac{r}{d}\ ^{2} - 1\right]$   kmax = k(R=1) = $\frac{r}{d}\ ^{2}$.

Khi tăng r và giảm d đến 10-2f, thì k sẽ rất lớn tùy ý. Ví dụ: chọn Fh = 1m2 hay $r = \frac{1}{\sqrt{\pi}}$m, f = 0,2m, R = 1thì d = 0,002m và k = $\frac{r}{d}\ ^{2}$= 79577; khi chọn tiêu cự f = 0,1m có k = 318310 lần.

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.8. Gương parabol trụ

**Gương parabol trụ**

Xét gương parabol trụ rộng 2r, dài L tập trung phản xạ vào mặt thu hình ống trụ đường kính d đặt tại tiêu điểm, thì độ tập trung là:

k = $1 + R\ \frac{2\mathrm{r}}{\pi d}\ - 1$

kmax = k(R = 1, d = 10-2f) = $\frac{2\mathrm{r}}{\pi d} = \frac{200r}{\pi f}$.

Nếu chọn r = 0,5m và f = 0,2m thì kmax =159lần.

Loại gương này dễ chế tạo, bằng cách uốn tấm tôn phẳng theo đường parabol y = $\frac{x^2}{4f}$ .

[missing_resource: .wmf]

Hình 5.9. Để tính s

Để có 1 mặt parabol trụ y = $\frac{x^2}{4f}$ có tiêu cự f, độ rộng r, cần uốn 1 tấm tôn có độ dài s tính theo công thức sau:

Do: ds = $\sqrt{dx^2 + dy^2} = dx.\sqrt{1 + \frac{dy}{dx}^{2}}$

s = $2\int_0^r \sqrt{1 + \frac{dy}{dx}^{2}}dx$= $2\int_0^r \sqrt{1 + \frac{2x}{4f}^{2}}dx$

= $\frac{1}{f}\int_0^r \sqrt{x^2 + 4f^2}dx$

Vậy s = $r\sqrt{\frac{r}{2f}^{2} + 1} + 2f\ln\left[\frac{r}{2f} + \sqrt{\frac{r}{2f}^{2} + 1}\right]$

Ví dụ: để có parabol trụ với r = 0,5m, f = 0,2m cần tấm tôn dài s = 1219,43mm.

[missing_resource: graphics3.jpg]

Hình 5.10. Hệ thống nhiệt năng lượng mặt trời dùng gương phản xạ.